

ÜBER
DIE GAUMENNAHTERWEITERUNG
Indikation und Technik

Christian Edlhuber

Disbui. München

1988





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554816_0042

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie der Univer-
sität München

Vorstand : Prof. Dr. Arnulf Stahl

ÜBER DIE GAUMENNAHTERWEITERUNG
Indikation und Technik

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilian-Universität zu München

vorgelegt von
Christian Edlhuber
aus

Mittenwald

1988

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter : Prof. Dr. Helge Fischer-Brandies

Mitberichterstatter : Prof. Dr. Dr. D. Schlegel
Prof. Dr. E. Sonnabend

Dekan : Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung : 29. März 1988

Meinen Eltern

INHALTSÜBERSICHT

1. Einleitung
 - 1.1. Begriffsbestimmung
 - 1.2. Geschichtlicher Rückblick
 - 1.3. Wesen der Gaumennahterweiterung
2. Apparaturen zur Gaumennahterweiterung
 - 2.1. Herausnehmbare und schleimhautgelagerte Geräte
 - 2.2. Drahtbogengeräte
 - 2.3. Zahngelagerte, starre Geräte
 - 2.4. Zahn- und schleimhautgelagerte, starre Geräte
 - 2.5. Apparate zur Behandlung von Gaumenspalten
3. Diagnostik im Zusammenhang mit der Gaumennahterweiterung
 - 3.1. Klinisches Erkennen kieferorthopädischer Indikationen
 - 3.2. Klinisches Erkennen hals-, nasen- und ohrenärztlicher Indikationen
 - 3.3. Röntgenologisches Erkennen kieferorthopädischer Indikationen
 - 3.4. Röntgenologisches Erkennen hals-, nasen- und ohrenärztlicher Indikationen
 - 3.5. Klinische Verlaufskontrolle
 - 3.6. Röntgenologische Verlaufskontrolle
4. Gaumennahterweiterung in bezug auf das Alter des Patienten
5. Verknöcherung der Suturen
6. Abwägen möglicher Gefahren bei der Gaumennahterweiterung
 - 6.1. Gefahr durch Schäden am Zahnhalteapparat
 - 6.2. Gefahr durch Schäden an den beteiligten Gesichtssuturen

- 6.3. Gefahr durch Schäden an der Pulpa der Ankerzähne
- 6.4. Gefahr durch Bukkalippung der Zähne
- 6.5. Gefahr durch Einwirkung zu großer Kräfte
- 6.6. Gefahr durch die Bewegung des Oberkiefers nach ventral
- 6.7. Gefahr durch die Bewegung des Oberkiefers nach kaudal
- 6.8. Gefahr bei der Gaumennahterweiterung im Vergleich zum chirurgischen Vorgehen
- 6.9. Zwischenfälle bei der Gaumennahterweiterung

- 7. Indikation unter Berücksichtigung der Rezidivneigung
 - 7.1. Stabilität des Behnadlungsergebnisses aus kieferorthopädischer Sicht
 - 7.1.1. Stabilität im Bereich der vergrößerten apikalen Basis
 - 7.1.2. Stabilität im Bereich des vergrößerten Zahnbogens
 - 7.1.3. Stabilität des Ergebnisses der Gaumennahterweiterung in bezug auf die Okklusion
 - 7.2. Stabilität des Ergebnisses der Gaumennahterweiterung aus hals-, nasen- und ohrenärztlicher Sicht
 - 7.3. Retentionszeit und Retentionsgerät
 - 7.4. Überexpansion
 - 7.5. Rezidiv und Kräftegleichgewicht
 - 7.6. Rezidiv und bei der Dehnung angewandte Kraft
 - 7.7. Rezidiv und Gaumennaht
 - 7.8. Rezidiv und Alter des Patienten
 - 7.9. Rezidivhäufigkeit

- 8. Indikation zur Gaumennahterweiterung aus kieferorthopädischer Sicht
 - 8.1. Beidseitig verengte apikale Oberkieferbasis als Hauptindikation der Gaumennahterweiterung
 - 8.2. Indikation zur Gaumennahterweiterung bei Befunden, die als Folge der beidseitig verengten Oberkieferbasis betrachtet werden können
 - 8.2.1. Verengter oberer Zahnbogen

- 8.2.2. Beiderseitiger skelettaler Kreuzbiß
- 8.3. Pseudoprogenie bei beidseitig verengtem Oberkiefer
- 8.4. Geringgradige, gnathisch skelettale Progenie bei beidseitig verengtem Oberkiefer
- 8.5. Rückbiß des Unterkiefers bei beidseitig verengtem Oberkiefer
- 8.6. Indikation zur Gaumennahterweiterung bei Befunden, die als Folge der Veränderungen am Oberkiefer zum Selbstausgleich führen können
 - 8.6.1. Tiefer Biß
 - 8.6.2. Verengter unterer Zahnbogen
- 8.7. Eingeschränkte Indikationen zur Gaumenschnelldehnung
 - 8.7.1. Skelettal offener Biß
 - 8.7.2. Einseitig verengte apikale Basis im Oberkiefer
- 9. Indikation zur Gaumennahterweiterung aus hals-, nasen- und ohrenärztlicher Sicht
 - 9.1. Hoher Atemwiderstand der Nase als Indikation zur Gaumennahterweiterung
 - 9.1.1. Transversal verengtes knöchernes Nasenlumen
 - 9.1.2. Hochstehender Nasenboden
 - 9.1.3. Verbogene Nasenscheidewand
 - 9.2. Mittelohraffektionen und Schwerhörigkeit
 - 9.3. Gaumennahterweiterung und Tonsillektomie
- 10. Fachübergreifende Indikationen zur Gaumennahterweiterung
- 11. Günstige Nebenwirkungen der Gaumennahterweiterung
- 12. Lippe-, Kiefer-, Gaumenspalte
- 13. Zusammenfassung

1. EINLEITUNG

1.1. Begriffsbestimmung

Über das Thema "Gaumennahterweiterung" findet man in der deutschsprachigen Literatur Hinweise unter den Stichworten "Gaumennahtsprengung", "Gaumensprengung", "Gaumenschnelldehnung", "forcierte Dehnung" oder "forcierte Gaumennahterweiterung".

In der englischsprachigen Literatur sind Ausdrücke wie "Rapid Maxillary Expansion", kurz "RME", "Rapid Palatal Expansion", kurz "RPE", "Rapid Palatal Suture Opening", "Rapid Midpalatal Suture Opening" oder "Palatal Suture Expansion" im Gebrauch.

Nach Timms (1981) sind Bezeichnungen, die Worte wie "Sprengung" oder "Spaltung" enthalten, nicht angebracht, da sie an ein Trauma erinnern. Ähnliche Überlegungen wurden zuvor in der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie diskutiert.

1.2. Geschichtlicher Rückblick

Dem Zahnarzt E. C. Angell (1860) aus San Franzisko war als erstem ein Auseinandertreten der mittleren Schneidezähne bei der Dehnung des Gaumens aufgefallen. Da diese Zähne mit dem Dehngerät (Abb.1 und 2) nicht in Berührung gekommen waren, schloß er daraus, daß sich die Gaumennaht geöffnet haben mußte und die Oberkieferhälften auseinandergetreten waren. Seinem Aufsatz im Dental Cosmos von 1860 trat man mit äußerster Skepsis entgegen.



Insbesondere war man der Meinung, der dadurch verursachte Schaden sei größer als der Nutzen, das Ergebnis besorgniserregender als der Ausgangsbefund.

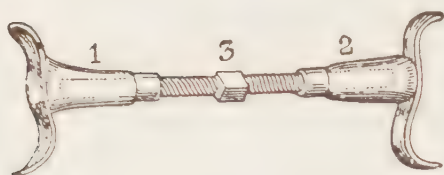


Abb. 1

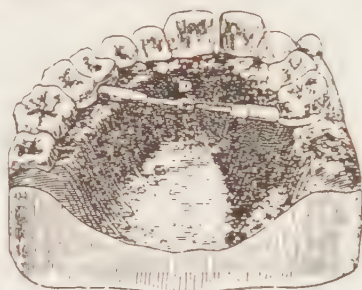


Abb. 2

Abb. 1: Gerät zur Gaumennahterweiterung nach Angell (1860, zitiert nach Timms, 1981, aus San Francisco Medical Press, 1860).

Abb. 2: Apparat nach Angell (1860) auf dem Oberkieferabguß der 14 Jahre und 5 Monate alten Patientin.

In einem Vortrag vor der Gesellschaft für Naturphilosophie Berlin berichtete der Berliner Hals-Nasen-Ohrenarzt Eysell im Jahre 1886 von der Möglichkeit, durch Dehnung des Oberkiefers eine Verbesserung der Nasenatmung herbeizuführen. Diese revolutionäre Idee fand aber nicht viel Echo (Haas, 1961; Timms, 1974).

Die Bougierung der Nasenhöhle, bei der nach Abdruck weichbleibende Kautschukkeile in die Nasengänge geschoben werden, wurde als anerkannte Methode zur Erweiterung des Nasenraumes der Kieferexpansion vorgezogen (Derichsweiler, 1955).

Goddard, ein weltweit angesehener Zahnarzt, fand 1893 für seinen Vortrag "Separation of the Superior Maxilla at the Symphysis" Zuspruch sowohl bei der 24. Versammlung der Californian State Dental Association als auch beim World's Columbian Dental Congress. Die Gaumennahterweiterung war nun anerkannt, doch konnte sie

sich im Streit zwischen Verfechtern der schnellen Dehnmethode, zu denen nach Haas (1961) und Timms (1981) auch Black (1893), Talbot (1893), Matteson (1893), Brown (1903), Ottolengui (1904), der Hals-, Nasen- und Ohrenarzt Faught (1907), Black (1909), Dean (1909), Willis (1911), Wright (1912), Barnes (1912), Hawley (1912), Pullen (1912), der Hals-, Nasen- und Ohrenarzt Haskin (1912), Dewey (1914) und Mesnard (1929) zu zählen sind, nicht durchsetzen.

Viele bezweifelten, ob die Gaumennahterweiterung der Patienten aus physiologischer Sicht zumutbar sei. Andere fürchteten, die entstehende Frontlücke könne nicht mehr geschlossen werden (Haas, 1961).

Brown (1903, 1914) und Wright (zitiert nach Korkhaus, 1960) hatten tierexperimentell Versuche von einer der eine Vergrößerung des Abstandes zwischen den Nasenseitenwänden festgestellt.

Zu dieser Zeit konnten nach Korkhaus (1960) als Befürworter der Gaumennahterweiterung in Europa Landsberger (1907), Schroeder-Benseler (1909), Herbst (1921), Bartel (1921), Huet (1925) und Mela (1933) bezeichnet werden. Sie vertraten vor allem eine Dehnung des Kieferbodens und eine Verbesserung der Nasenatmung.

Landsberger konnte 1909 wahrscheinlich als erster röntgenologisch nachweisen, daß sich die Gaumennaht tatsächlich geöffnet hat (Timms, 1981).

Zuvor, nämlich 1893, hatten die von Talbot durchgeführten Sondierungsversuche mit Nadeln ergeben, daß zwischen den Oberkieferhälften ein Spalt entsteht (Brown, 1903).

Ebenfalls mit Hilfe eines Tierexperimentes konnte Landsberger (1907) beweisen, daß der Spalt auch wieder knöchern verheilt. Bei einem Hund wurde nach Ablösung der Gaumenschleimhaut mittels eines kleinen Meißels die Sutura palatina mediana gesprengt und in einem Abstand von etwa einem Zentimeter zwei Elfenbeinkeile hineingezwängt, so daß zwischen den Elfenbeinkeilen die Ränder der Sutura um die Breite der Keile - 3 mm - auseinanderklafften. Die Schleimhaut wurde nachher darüber vernäht. Nach vier Monaten wurde der Schädel des Tieres skelettiert und dabei festgestellt, daß der ursprünglich klaffende Abstand der Ränder mit frisch gebildeter Knochenmasse ausgefüllt war, und zwar gleichmäßig von beiden Rändern aus, so daß die Mitte der Sutura streng gewahrt blieb (Ziebe, 1930).

Die frühen Jahre dieses Jahrhunderts können mit Wertz (1970) als die Jahre der Gaumendehnung bezeichnet werden.

Mit der Veröffentlichung der Lehren von E.H. Angle erfuhr diese Euphorie, welche die Gaumenschnelldehnung begleitet hatte, einen Abbruch und der Großteil der Hals-Nasen-Ohrenärzte griff wieder lieber zum Skalpell und Arznei (Timms, 1974).

Erst die wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie von 1933 brachte die Diskussion mit den Nasenspezialisten wieder in Gang (Korkhaus, 1960).

Im Jahr 1955 veröffentlichte Derichsweiler sein Buch über "Die Gaumennahterweiterung".

Mit Korkhaus, der 1956 einen Vortrag mit dem Titel "Present orthodontic thought in Germany" vor der Central Section of the American Association of Orthodontists hielt, wurde die Gaumennahterweiterung auch in den Vereinigten Staaten von Amerika wieder ins Gespräch gebracht (Timms, 1981).

1.3. Wesen der Gaumennahterweiterung

Durch Einwirkung spezieller kieferorthopädischer Geräte werden die Oberkieferhälften innerhalb von kurzer Zeit auseinandergedrängt.

Die laterale Begrenzung der maxillären Alveolarfortsätze rotiert dabei nach außen und oben; das Rotationszentrum soll dabei in der Gegend der Nasenwurzel oder kaudal davon liegen (Walters, 1975; Watson, 1980).

Bei anteroposteriorer Betrachtung resultiert daraus ein dreieckförmiger Spalt, dessen Basis sich in der Gegend des Gaumendaches befindet (Wertz, 1970; Haas, 1970; Biederman, 1973; Chateau, 1975; Walters, 1975; Watson, 1980; White, 1972).

Eine ebenfalls dreieckförmige Öffnung ist bei der Betrachtung von kranial und kaudal zu erkennen. Die Spitze dieses Dreiecks kann in der Umgebung der Spina nasalis posterior, die Basis nahe der Spina nasalis anterior angenommen werden (Wertz, 1970; Haas, 1970; Biederman, 1973; Walters, 1975; Chateau, 1975; Watson, 1980).

Einigkeit herrscht in der Literatur darüber, daß bei der Gaumennahterweiterung sämtliche Suturen der Maxilla beteiligt sind.

Eine Beteiligung der Fissura pterygopalatina wird von vielen Autoren wie Brodie (1941; zitiert nach Haas, 1965) und Sicher (1949; zitiert nach Haas, 1965), Wertz (1970), White (1972), Biedermann (1973), Walters (1975), W. Watson (1980) und Timms (1980, 1986) bejaht.

Wertz hat 1970 an Schädelpräparaten eine Verbreiterung der Fissura pterygopalatina durch Gaumenschnelldehnung nachgewiesen.

Veränderungen des Abstandes der Hamuli pterygoidei, die Timms 1980 festgestellt hat, legen den Schluß einer Beteiligung auch des Os sphenoidale nahe.

Nach Brossmann et al. (1973) beschränken sich die skeletalen Veränderungen auf die dem Neurocranium anhängenden Strukturen. Die Schädelbasis bleibt danach unverändert.

Andererseits haben Gardner und Kronman (1971) bei Untersuchungen an Rhesusaffen gesehen, daß sich bei der Gaumennahterweiterung die Sutura lambdoidea, die Suturen des Os parietale, die mittsagittale Sutura, sowie die Synchondrosis sphenoccipitalis öffnen.

Nach Brodie (1941; zitiert nach Haas, 1965), Sicher (1949; zitiert nach Haas, 1965), Haas (1970), Wertz (1970), White (1972), Walters (1975), Watson (1980), Timms (1981) und Timms und Daly (1982) rutscht der Oberkiefer entlang der Fissura pterygopalatina nach unten und vorne.

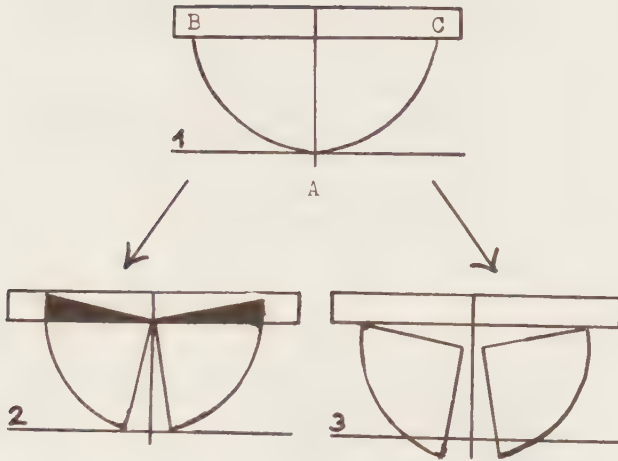


Abb. 3: Die Biomechanik der Gaumenschnelldehnung in der Aufsicht (nach Biederman, 1973).

Die Biomechanik der Gaumenschnelldehnung in der Horizontalebene erklärt Biederman (1973) wie folgt (Abb. 3):

- 1) Der Halbkreis symbolisiert die rechte und linke Hälfte des Oberkiefers; das Rechteck die Knochen, mit denen der Oberkiefer posterior in Verbindung steht.
- 2) Befindet sich das Rotationszentrum in der Mitte, so müssen die Punkte B und C nach außen rotieren, und der Punkt A sich leicht nach posterior bewegen. Voraussetzung wäre eine Knochenresorption (schwarz), die aber in der kurzen Zeit von etwa 2 bis 3 Wochen unwahrscheinlich sein dürfte.
- 3) Werden jedoch die Punkte B und C als Rotationszentren angenommen, so bewegt sich der Punkt A nach vorne.

Bei der Gaumennahterweiterung treten die Gaumenseidenähne vorübergehend auseinander, bewegen sich aber ohne Behandlung wieder aufeinander zu und in ihre ursprüngliche Stellung zurück (Derichsweiler, 1955; Korthaus, 1960; Walters, 1975; Ugas, 1980; Ugas, 1981 u.e.). Der Zu- oder transsepalare Faktor, die bei der Gaumennahterweiterung besteht, wird, soll dafür verantwortlich sein. Als Beispiel hierfür sei die Frontale Ansicht eines zu Beginn der Behandlung sieben Jahre und am Ende der Behandlung elf Jahre alten Jungen angeführt (Abb. 4).

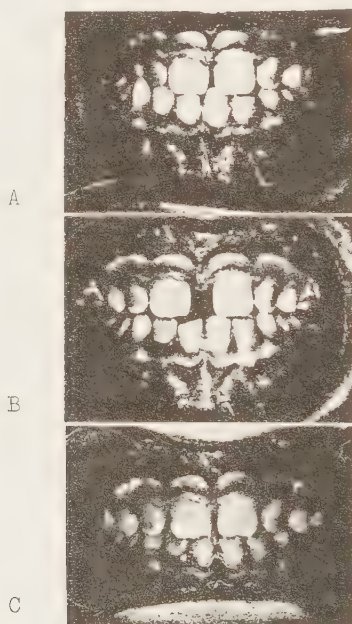


Abb. 4: (A) vor der Gaumennahterweiterung; (B) nach der Gaumennahterweiterung zum Zeitpunkt der Stabilisierung des Gerätes; (C) nach Beendigung der Behandlung (nach Vertz, 1970).

2. Apparaturen zur Gaumennahterweiterung

2.1. Herausnehmbare und schleimhautgelagerte Geräte

Die Möglichkeit, das Wachstum in der Gaumennaht durch langsame Dehnung mit abnehmbaren Platten anzuregen, hat Skieller im Jahr 1964 untersucht. Damit die Platte mit der Gaumenschleimhaut während der gesamten Dehnperiode in Kontakt bleibt und sich nicht mit fortschreitender Expansion entlang der geneigten Wände des Gaumengewölbes nach okklusal verlagert, wurde der Kunststoff entlang der Okklusalfflächen der Zähne beider lateraler Segmente so weit aufgebaut, daß die unteren Prämolaren und Molaren jeder Seite bei jedem Schlußbiß mit einer ebenen Fläche in Kontakt treten. Auf diese Art wird die Platte gegen den harten Gaumen gedrückt. Die Fläche sollte nur so hoch sein, daß sie die Okklusion in vertikaler Dimension nicht verändert. Die Expansionsplatte wurde während des ganzen Tages getragen, konnte aber zu den Mahlzeiten abgenommen werden (Abb. 5).

Kommt eine abnehmbare Platte zum Einsatz, wie sie als Beispiel in Abbildung 6 dargestellt ist, so entsteht nach Haas (1965) eine abziehende Kraft lange bevor eine zur Gaumennahterweiterung ausreichende Kraft aufgebaut wird.

Die schrittweise Aktivierung, erzwungen durch den schlechten Halt der abnehmbaren Dehnplatte (Haas, 1965) und die punktförmig an den Zähnen angreifende Kraft (Rinderer, 1966) verursacht eine Lateralkippung der Zähne.

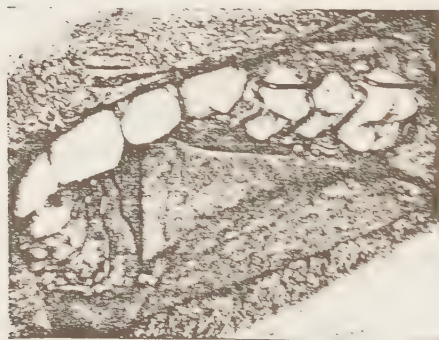


Abb. 5: Abnehmbare Platte zur Gaumennahterweiterung nach Skieller (1964). Entlang der Aussparungen für die Zähne ist der Kunststoffaufbau zu erkennen. Oben: Ansicht von oben, unten: Dehnplatte im Mund

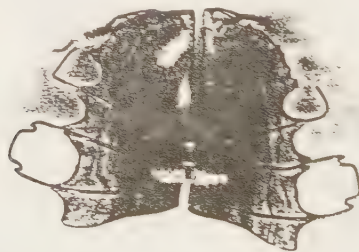


Abb. 6: Herausnehmbare Dehnplatte nach Chaconas und Caputo (1982). Hier fehlt der seitliche Kunststoffaufbau, mit dem die okkludierenden Prämolaren und Molaren die Platte immer wieder gegen den Gaumen drücken

Ascher (1968) befürchtet, herausnehmbare Geräte würden von den Kindern nicht so zuverlässig getragen, daß eine Erweiterung der Gaumennaht stattfinden könne. Sein Gerät zur Gaumennahterweiterung im Wechselgebiss greift in Kerben, die in den palatinalen Zahnhals der Milchzähne geschliffen werden (Abb. 7). So kann die Apparatur zwar nicht vom Kind aber vom Kieferorthopäden zur Kontrolle oder zur Behandlung der Gaumenschleimhaut abgenommen werden. Außerdem kann das Gerät im Verlauf der Aktivierung nicht koronalwärts abgleiten.



Abb. 7: Mit einem linsenförmigen Stein schleift Ascher (1968) Kerben in den palatinalen Zahnhals der Milchzähne (oben). Unten: Das Gerät zur Gaumennahterweiterung im Wechselgebiss nach Ascher (1968) im Mund.

"Wenn die bukkalen oberen Höcker auf die bukkalen unteren Höcker oder nur leicht auf deren linguale Abhänge treffen, und die Mittellinien übereinstimmen, kann ein herausnehmbares Schraubengerät erfolgreich angewandt werden", behauptet Wickwire (1973) in seiner diagnostischen Faustregel.

Eine semirapide Dehnungsrate von 1 bis 1,5 mm pro Woche führt nach Mew (1977) zu den gleichen skelettalen Veränderungen wie die Schnelldehnung. Wird die semirapide Expansionsrate nicht überschritten, kann der in Abbildung 8 dargestellte "Bioblock" Anwendung finden. Ein rascheres Vorgehen überfordere die natürliche Resilienz der Gaumenschleimhaut.

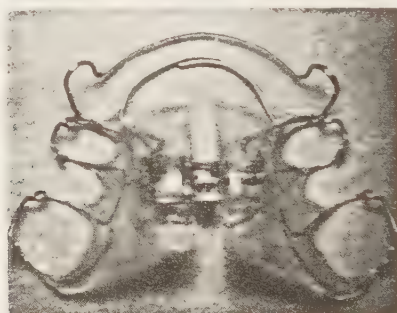


Abb. 8: Bioblock nach Mew (1977). Ein immer wiederkehrendes Nachstellen der stramm sitzenden Klammern soll der Apparatur ausreichenden Halt gewähren.

Bei einem weichteilgelagerten Gerät sollen nach Haas (1980) die Kunststoffteile lediglich dem relativ ischämischen Gewebe zwischen den ersten Prämolaren und den ersten Molaren anliegen.

Chaconas und Caputo haben im Jahre 1982 mit Schädelmodellen aus photoelastischem Material Untersuchungen über die charakteristische Kraftentfaltung verschiedener Dehnungsapparaturen für den Oberkiefer durchgeführt. Dabei zeigte die stabile abnehmbare Dehn-

platte (Abb. 6) neben dem Gerät nach Haas (Abb. 9) und dem Hyrax-Gerät (Abb.10) die größten kieferorthopädischen Kräfte pro Aktivierung. Wie auch das

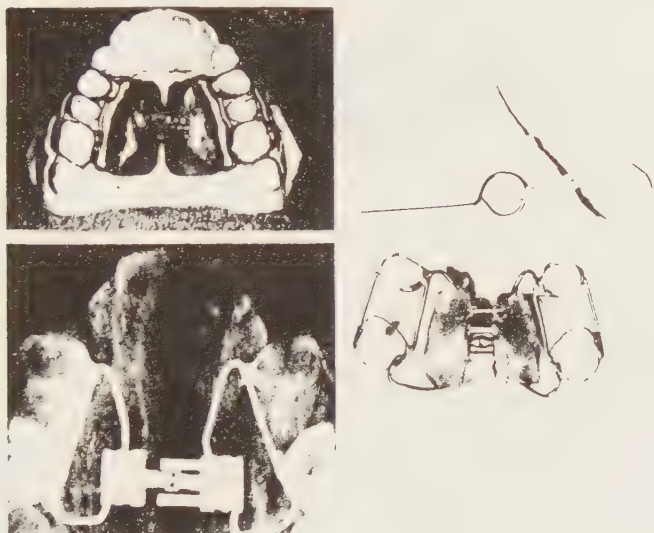


Abb. 9: Gerät zur Gaumenschnelldehnung nach Haas (1961, 1980). Links oben: Gerät auf einem Oberkieferabguß; links unten: Auf der okklusalen Röntgenaufnahme ist die Drahtkonstruktion gut zu erkennen; rechts oben: Schlüssel zur Aktivierung der Schraube; rechts unten: Stabilisiertes Gerät mit dem Stabilisierungsdraht, der vor der Schraube befestigt ist.

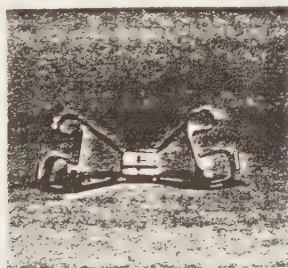


Abb.10: Hyrax-Gerät nach Chaconas und Caputo (1982).

Gerät nach Hans (Abb. 9), das Hyrax-Gerät (Abb. 10) und der Minne-Expander (Abb. 11) rief die abnehm-



Abb. 11: Minne-Expander nach Chaconas und Caputo (1982).

bare Apparatur Spannungen hervor, die sich nach oben entlang der Lamina perpendicularis des Gaumens auf tiefere anatomische Strukturen wie den Processus pterygoideus des Os sphenoidale, den Processus zygomaticus und die mediale Wand der Augenhöhle fortsetzt. Jedoch verminderte sich mit zunehmender Aktivierung der Halt des herausnehmbaren Gerätes und damit auch die photoelastisch sichtbar gemachte Spannung.

2.2. Drahtbogengeräte

Mehr aus historischem Interesse seien die Geräte von Hawley (1912, Abb. 12) und von Barnes (1912, Abb. 13) dargestellt.

Beim geteilten Drahtbogen nach Hawley sind die Bänder der Schneidezähne an Haken der beiden Bogenhälften befestigt (Abb. 12). Durch Herausdrehen der Muttern an der verbindenden Hülse wird der Außenbogen zusammen mit der angebundenen Innenbogenhälfte erweitert. Dies führt auch zu einer Erweiterung der

Gaumennaht (zitiert nach Pullen, 1912).



Abb. 12: Geteilter Drahtbogen nach Hawley (1912) zur Gaumennahterweiterung (umgezeichnet nach Pullen, 1912).

Auch das Gerät nach Barnes soll eine Gaumennahterweiterung ermöglichen (Abb. 12). Ein Bogen ist in vertikalen Hülsen der Molarenbänder befestigt, ein zweiter in solchen der Eckzahnbänder. An den Bändern angelötete Innenbogenhälften sorgen für eine gleichmäßige Bewegung der gesamten Kieferhälften (zitiert nach Pullen, 1912).



Abb. 13: Doppelbogen nach Barnes (1912) (umgezeichnet nach Pullen, 1912). Links: Ansicht von oben, rechts: Ansicht von der Seite.

Mit palatinalen Drahtbogengeräten ist eine Gaumennahterweiterung möglich, solange der Widerstand im dentoalveolären Bereich größer als der Widerstand in der Gaumennaht ist. Mit zunehmendem Alter wächst der Widerstand in der Gaumennaht (Chaconas u. Caputo, 1975; zit. nach Chaconas u. Levy, 1977).

Je älter die Patienten sind, desto geringere orthopädische und desto ausgeprägtere orthodontische Bewegungen werden durch die palatinalen Drahtbogen-geräte bewirkt (Harberson und Myers, 1978; Sandham, 1979; Haas, 1980; Chaconas und Caputo, 1982).

Bei allen ihren Patienten im durchschnittlichen Lebensalter von 6 Jahren und 9 Monaten konnten Bell und Le Compte (1981) auf den okklusalen Röntgenaufnahmen in der Gegend der Gaumennaht eine radioluzente Verbreiterung feststellen.

Das Verhältnis aus orthodontischer zu orthopädischer Bewertung verhielt sich nach Frank (1982) bei seinen Patienten im durchschnittlichen Lebensalter von 10 Jahren und 3 Monaten wie 6 : 1.

Bell und LeCompte (1981) und Frank (1982) haben dabei wie Chaconas und Caputo (1975; zit. nach Chaconas und Levy, 1977) mit Quad-Helix-Geräten (Abb. 14), Harberson und Myers mit Apparaten vom Typ Porter (Abb. 15) oder W-Bogen (Abb. 16) gearbeitet. Ähnliche Apparate, die sogenannte W-Feder, sind schon 1926 von Herbst in seinen Ausführungen über die "Münstersche Methode" beschrieben worden (Herbst, 1926 u. 1935; Tränkmann, 1964; Rethmann, 1970).

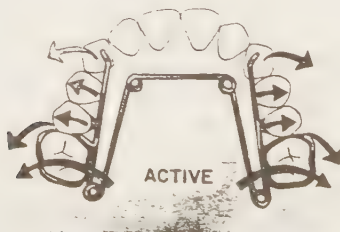


Abb. 14: Quad-Helix als Gerät zur Gaumennahterweiterung nach Bell (1982). Die Pfeile weisen auf die Größe und die Richtung der Krafteinwirkung hin.

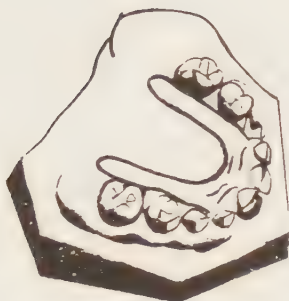


Abb. 15: Apparat vom Typ Porter nach Harberson und Myers (1978).



Abb. 16: W-Bogen nach Harberson und Myers (1978).

Ficarelli (1978) und Ricketts (1979) weisen darauf hin, daß die vier zusätzlichen helikalen Schlaufen dem Quad-Helix-Gerät (Abb. 14) im Vergleich zum W-Bogen (Abb. 15) eine größere Reichweite, eine größere Beweglichkeit und eine bessere Anpassungsfähigkeit verleihen sowie eine stärkere Drehung der Molaren ermöglichen (zitiert nach Bell und LeCompte, 1981).

Sandham bescheinigt dem Quad-Helix-Gerät (Abb. 14) eine leichte Aktivierbarkeit im Mund mit Hilfe der Adererzange, während Devenish und Foster (1982)

diesen Vorgang als schwierig beschreiben.

Lediglich zweimal während der gesamten Dehnperiode muß das Quad-Helix-Gerät (Abb. 14) nach Bell und Le Compte aktiviert werden.

Das Quad-Helix-Gerät (Abb. 14) erwies sich im Vergleich zum Minne-Expander (Abb. 11), zum Hyrax-Gerät (Abb. 10) und zur Apparatur nach Haas (Abb. 9) beim photoelastischen Spannungsversuch von Chaconas und Caputo (1982) als am wenigsten wirkungsvoll. Trotz der minimalen Gaumennahterweiterung waren von der weiteren Aktivierung in erster Linie die Zähne betroffen, die am weitesten distal standen.

Die langsamen Dehnmethoden mit palatinalen Drahtbogen sollen nach Meinung von Krebs (1964), Cleall (1965), Oshima (1972), Hicks (1978), Cotton (1978) und Story (1978) wiederum eine physiologischere Anpassung des Gewebes an den Dehnvorgang erlauben als schnelle Dehnverfahren (zitiert nach Bell und LeCompte, 1981).

Der größte Nachteil erwächst durch die Drahtapparatur während der Retention. Die Zähne werden durch das Gerät in ihrer gedehnten Stellung gehalten, während Residualkräfte die Oberkieferhälften nach medial drängen. Dies führt zu einer beträchtlichen Einbuße an erreichter Nasenweite und zu einer Resorption des bukkalen Alveolarknochens (Haas, 1980).

Andererseits verwenden Devenish und Foster (1982) die Quad-Helix-Apparatur als Retentionsgerät nach der Gaumennahterweiterung.

2.2. Technik der Herstellung

In seinen ersten größeren Kreisläufen der Leuten-
gerätenherstellung konstruierte Schröder-Benschel (1913),
unter anderem auch eine von ihm entwickelte Apparatur
(Abb. 17). Die Leutenherstellung besteht aus einem Teil-
chen, welches in kleine Stücke zerlegt werden kann, so
daß sie in einem Leutenherstellungsgesamtheit zerlegt werden. Das
Leuten wurde verwendet. Das Leuten und die Her-
stellung der Apparatur bedurften nach seinen Angaben
keiner Lösung.



Abb. 17: Apparatur zur Leutenherstellung nach
Schröder-Benschel (1913). Links: Schraube mit
Drahtfüßchen; rechts: Schraube ohne Drahtfüßchen.

Herbst 1913 dient das Vorstell der in Abbildung 18
beschriebenen Apparatur darin, daß die Leutenherstellung
infolge ihrer Unvollständigkeit keine Leutenherstellung
zuläßt und andererseits eine kontinuierliche Wirkung
ausübt. Die Herstellung des Gerätes wird der
Überlieferungsart in der Mitte durch den Herbst 1913.
Die beiden Halften (Abb. 18, 1 a u. b) werden gegen-
einander fixiert. In die Leutenherstellung, welche die
Leutenherstellung und die Leutenherstellung ausüben, werden
die Leutenherstellung (Abb. 18, 1 c u. d.) so gelagert,
daß die Leutenherstellung (Abb. 18, 2 a u. b) an die Leutenherstellung

traverse (Abb. 18,2 g) anstoßen. Eine Überdehnung wird somit unmöglich gemacht. Nachdem die Apparatur einzementiert worden ist, wird über die Haken ein Gummiring gezogen (Abb. 18,3 h). Bei älteren Patienten rufen 2 Traversen die hier erforderliche größere Kraft hervor (Abb. 18,3 i).

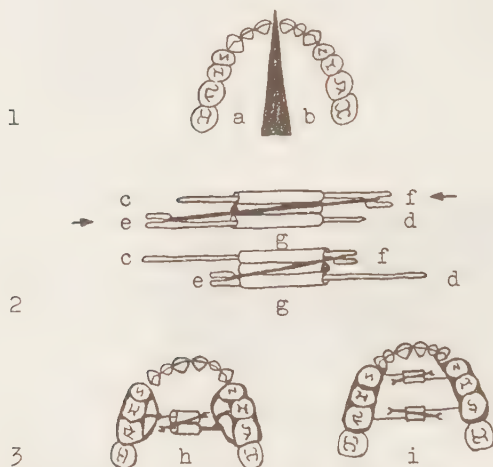


Abb. 18: Apparatur zur Gaumennahterweiterung nach Herbst (1926). 1a,b= Modelloperation am Oberkieferabguß; 2c,d= freie Drahtenden; 2e,f= Haken; 2g= Traverse; Der Gummiring zieht die Haken aufeinander zu und die freien Drahtenden auseinander; 3h= eingesetztes Gerät; 3i= Gerät mit 2 Traversen bei älteren Patienten.

Während Gerlach (1954) die individuelle Beschaffenheit des Parodontiums beziehungsweise eine falsche Dosierung der einwirkenden Kraft für das Nachgeben der Zahnhaltestrukturen verantwortlich macht, sind Haas (1970) und Wertz (1970) der Meinung, eine zusätzliche Abstützung des Dehngerätes auf der Gaumenschleimhautfläche durch Kunststoffplatten könne die Gefahr einer Perforation der bukkalen Alveolenwand durch die Wurzeln der Ankerzähne verhindern.

Statistische Vergleiche der Dehnungsergebnisse von Geräten, die aus Draht und Kunststoff gefertigt waren, mit denen von Apparaturen, die nur aus Draht bestanden, zeigten keine bedeutenden Unterschiede zwischen den beiden Expansionsgerätetypen bezüglich des intermolaren Breitenzuwachses, der Veränderung des Nasenwiderstandes oder der Dehnung des Nasenraumes. Parameter wie Kippung der Molaren oder Aufbiegung des Alveolarfortsatzes blieben unberücksichtigt (Hershey, Stewart und Warren, 1976).

Auch die Untersuchungen von Kelson (1977) hinsichtlich der Wirkung auf die Gaumennaht und die von Scott (1982) im Hinblick auf das Ausmaß der Dehnung des Gaumengewölbes ergaben keine Unterschiede zwischen den beiden Gerätetypen.

Nur im Milch- und frühen Wechselgebiß verzichtet Timms (1981) auf eine Erweiterung des Gaumenschnelldehnengerätes mit Kunststoff, weil er hier im Vergleich zur Widerstandskraft der Parodontien nur einen geringen Widerstand in der Gaumennaht erwartet. Timms verwendet hier eine Apparatur, wie sie Abbildung 19 zeigt.

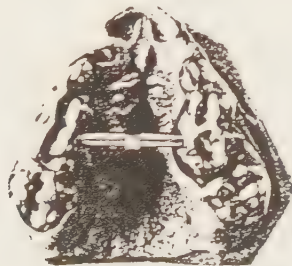


Abb. 19: Apparatur zur Gaumennahterweiterung nach Timms (1981). Eine Schraube der Firma Dentaureum Nr. 46 verbindet die beiden gegossenen Kappen.

Die Stabilität steht für Brogan (1977) im Vordergrund, wenn es darum geht, Zahnkippen zu verhindern und die Kraft direkt auf den Knochen zu übertragen. Er fordert deshalb eine starke Ausführung sämtlicher Lötstellen.

Allerdings mußten Ekström, Henrikson und Jensen (1977) bei ihren Patienten trotz Verwendung stabiler, zahngelagerter Geräte eine Bukalkippung der Ankerzähne feststellen.

Mit konventionellem Adhäsivkunststoff setzt Howe (1982) nach Prämedikation mit 50 mg Banthine, Reinigung der Seitenzähne, einminütiger Ätzung des Schmelzes dieser Zähne, Abspülen und Trocknen sein Gerät ein (Abb. 20). In unmittelbarer Umgebung der Ankerzähne ist das Drahtgerüst mit Kaltpolymerisat versehen, wodurch ein besserer Hafthalt zwischen dem Zahn und dem Gerät erzielt werden kann, selbst im Milchgebiß und bei schiefstehenden Zähnen.

Aus den Versuchen von Chaconas und Caputo (1982) an Schädelmodellen aus photoelastischem Material geht hervor: Das Hyrax-Gerät (Abb. 10) zeigte neben dem Gerät nach Haas (Abb. 9) und der stabilen abnehmbaren Dehnplatte (Abb. 6) die größte kieferorthopädische Wirkung. Beim Minne-Expander (Abb. 11) entstanden pro Aktivierung geringere Kräfte, jedoch immer noch im kieferorthopädischen Bereich. Durch festsitzende Geräte hervorgerufene Spannungen konzentrierten sich auf die vordere Gaumenregion und setzten sich nach hinten bis zu den Gaumenbeinen fort. Die Kraftwirkung des Hyrax-Gerätes (Abb. 10) und des Minne-Expanders (Abb. 11) erstreckte sich, wie schon erwähnt, auf tiefere anatomische Strukturen.

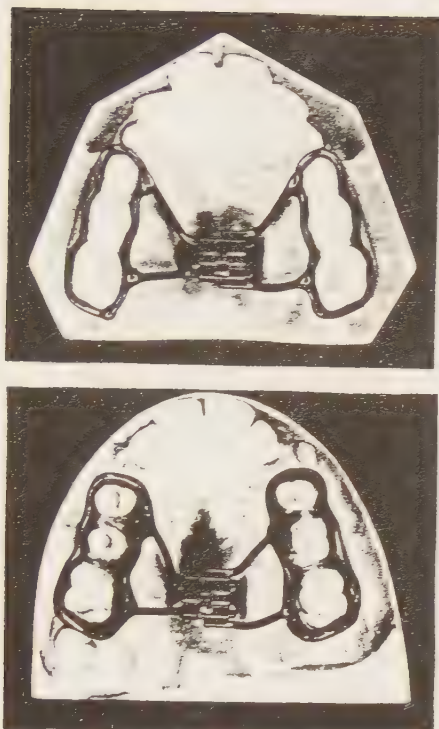


Abb. 20: Von Howe (1982) zur Gaumennahterweiterung vorgeschlagener Gerätetyp. Oben: Drahtgerüst, unten: Drahtgerüst nach Auftragen des Kaltpolymerisates in unmittelbarer Umgebung der Ankerzähne.

Beim Gerät nach Biederman (1973) (Abb. 21), auch "Quadruspede" genannt (Timms, 1981), werden spezielle Schrauben mit 4 Retentionsarmen aus dickem Draht an die palatinale Seite der Bänder der ersten Prämolaren und der ersten Molaren gelötet. Hier eignet sich die bei der Firma Dentauro für Dehnungen im Bereich von 7 bis 11 mm in 2 Größen mit den Nummern 602-807 und 602-813 erhältliche Schraube "Hyrax" aus Remanit-Stahl, der auch das Hyrax-Gerät (Abb. 10) seinen Namen verdankt (Weber, 1970; Timms, 1981; Bestellkatalog der Firma Dentauro, 2. Ausgabe 8A/1986) (Abb. 21 A). Die Schrauben der Firma Leone mit der Nummer 62C oder der

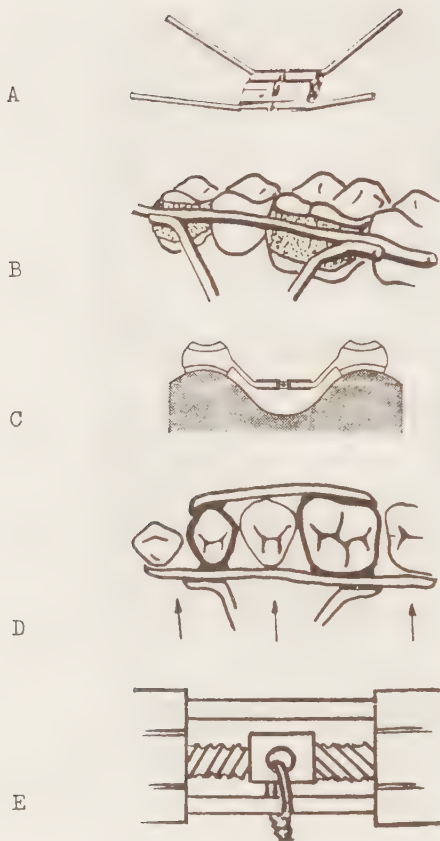


Abb. 21: Gerät zur Gaumennahterweiterung nach Biederman (1973) nach einer Darstellung von Weber (1970). A= Hyrax-Schraube; B= Lage der Retentionsarme zu den Bändern und zum palatinalen Verstärkungsdraht; C= Lage der Schraube im Gaumengewölbe; D= Lage des bukkalen und des palatinalen Verstärkungsdrahtes; E= stabilisierte Schraube.

Firma Unitek mit der Nummer 440-160 finden ebenfalls Anwendung (Timms, 1981). Die Retentionsarme der Schraube werden so gebogen, daß sie an die 4 Bänder gelötet werden können (Abb. 21 B). Die Schraube soll

freischwebend 1 bis 2 mm über dem Gaumendach liegen (Abb. 21 C). Ihre hintere Seite soll mit den mesio-palatalen Höckern der ersten Molaren eine Linie bilden. Um Hebelwirkungen zu vermeiden, muß auf eine parallele Lage der Schraube zur Okklusionsebene geachtet werden (Abb. 21 C). Zur Verstärkung werden die Bänder durch bukkale und palatinale Drähte miteinander verbunden (Abb. 21 D). Diese Verstärkungsdrähte sollen etwas über die Bänder hinausreichen und an den Nachbarzähnen anliegen, um den Druck besser zu verteilen (Abb. 21 D). Zur Stabilisierung der Apparatur nach Beendigung der Phase der aktiven Dehnung wird der Spindelkopf der Schraube an einem der beiden Führungsstifte mit Draht festgebunden (Abb. 21 E) (Weber, 1970).

Eine durch Federkraft unterstützte Schraube ist bei dem Gerät nach Isaacson (Bezeichnung von Timms, 1981) direkt an die Bänder gelötet. Die Schraube wird "Minne-Expander" bezeichnet, wonach auch der mit Abbildung 11 dargestellte Minneexpander benannt ist. Er ist an der Minnesota University Dental School erhältlich (Timms, 1981) (Abb. 22).

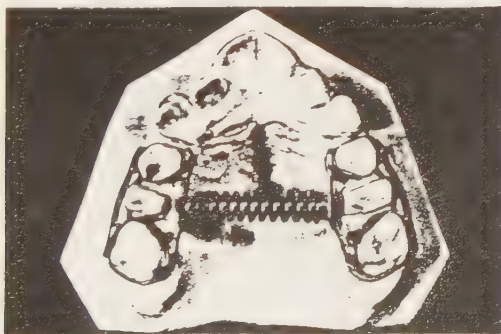


Abb. 22: Gerät nach Isaacson (Bezeichnung und Darstellung von Timms, 1981). Im Vergleich zum Minneexpander nach Chaconas und Caputo (1982) (Abb. 11) sind hier die Bänder der Prämolaren und der Molaren auch auf der bukkalen Seite durch einen Draht verstärkt.

In der Abteilung für Kieferorthopädie der Universität Heidelberg und der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität München werden Geräte verwendet, wie sie durch die Abbildungen 23 und 33 dargestellt sind.

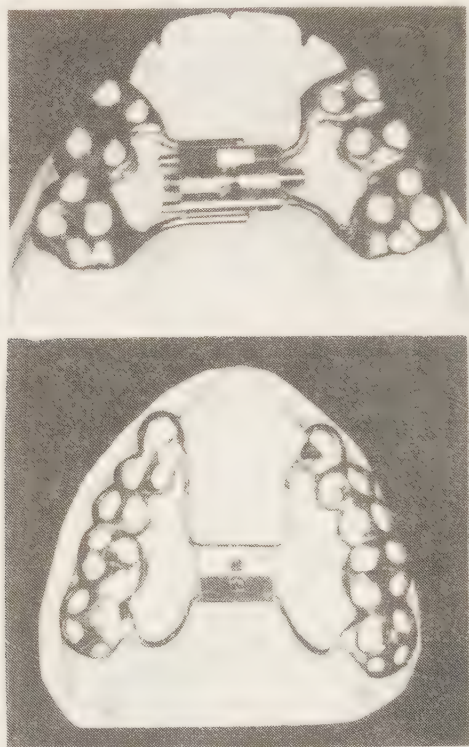


Abb. 23: Oben: Zahngelagertes, starres Gerät zur Gaumennahterweiterung bei jüngeren Patienten mit der Hyrax-Schraube der Firma Dentaureum (Nr. 602-813). Unten: Zahngelagertes, starres Gerät zur Gaumennahterweiterung bei älteren Patienten mit einer Hyrax-Schraube der Firma Forestadent (Nr. 167-2022); Die Gußkappenschienen sind hier auch auf die Zähne 3|3 und 7|7 ausgedehnt, damit die größeren Kräfte, die bei älteren Patienten entstehen, besser verteilt werden. Die Perforationen in den Gußkappen ermöglichen ein leichteres Abfließen des Zementes. Außerdem kann kontrolliert werden, ob das Gerät exakt paßt. Das Entfernen des Gerätes wird dadurch ebenfalls erleichtert (Sammlung Prof. Stahl, Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität München).

2.4. Zahn- und Schleimhautgelagerte, starre Geräte

Zur Vermeidung von Zahnkippen und von zu großen Belastungen einzelner Parodontien soll die Kraft nicht nur auf möglichst viele Zähne (Landsberger, 1909; Dewey, 1924; Ziehe, 1930; Timms, 1981) sondern auch auf den Alveolarfortsatz und das Gaumengewölbe (Landsberger, 1908; Dewey, 1924; Ziehe, 1930; Derichsweiler, 1955; Chateau, 1975; Haas, 1980; Hauenstein, 1980; Timms, 1981; Rakosi et al., 1983) verteilt werden.

Die Abbildung 24 zeigt das Standardgerät von Landsberger (1908) mit den von Angle eingeführten abnehmbaren Schweizerringen als Verankerungselemente, die sowohl auf Prämolaren als auch auf Molaren adaptierbar waren. Der für das Gaumengewölbe bestimmte Teil war besonders gehärtet, so daß der in den Ring überstehende Teil durch seine Weichheit gewissermaßen als Scharnier wirkte und dem Druck der Schraube nachgab.



Abb. 24: Apparatur zum "Weiten des Nasenbodens" nach Landsberger (1908). Links: Abnehmbare Schweizerringe mit Gaumenteil, rechts: Vollständiges Gerät auf einem Oberkieferabguß.

Bei der von Landsberger (1908) entwickelten Schraube wird die Kraftwirkung durch die Elastizität der Spiralfeder bestimmt (Abb. 25), wodurch die Zeitspanne bis zur erneuten Aktivierung durch den Behandler verlängert und Schwankungen in der Kraftgröße, die sich unter Umständen traumatisierend auswirken können, weitgehend vermieden werden. Die Schraube steht ständig unter Spannung. Ein selbständiges oder durch Spielen mit der Zunge verursachtes Zurückdrehen wird dadurch verhindert. Zudem ist die Schraube in der Mutter festgenietet, wodurch ein vollständiges Herausdrehen unmöglich ist. Da die Schraube an einem Ende ein Kugelgelenk besitzt, dürften die Apparate von Landsberger streng genommen nicht zu den starren Geräten gezählt werden.



Abb. 25: Von Landsberger (1908) konstruierte Feder-schraube mit Kugelgelenk. a = vollständig herausgedreht, wobei die zurückgeschobene Hülse die Spiralfeder erkennen läßt; b = geschlossen; c = geöffnet.

Beim Vorhandensein einer Spitzfront kann an der feststehenden Hülse, welche die Schraube nach Landsberger (1908) umgibt, ein Gummizug befestigt werden, der die Schneidezähne zurückbewegt (Abb. 26).

Mit der durch die Abbildung 27 dargestellten Apparatur behandelte Landsberger (1909) während der Gaumennachterweiterung gleichzeitig eine sogenannte Prognathie. Das gestaute Flechschild wird durch die

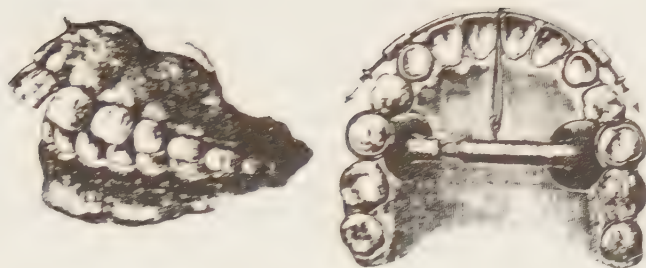


Abb. 26: Apparat zur gleichseitigen Behandlung einer zentralen Prämaxille während der Gaumenerweiterung nach Landsberger (1908). Die Kraft wirkt einseitig, rechts aufwärts auf den Oberkiefer.

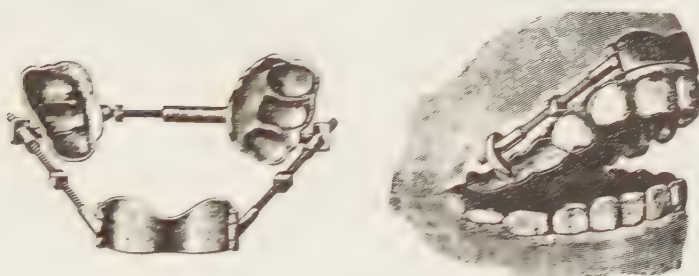


Abb. 27: Apparat zur gleichseitigen Behandlung einer zentralen Prämaxille während der Gaumenerweiterung nach Landsberger (1909).

zwei seitlichen Korrekturgewinde gegen den vorderen Alveolarkell gezogen. Im Vergleich zu den Geräten nach Landsberger aus dem Jahr 1908 wirkt hier die Kraft der Korrekturgewinde auf mehrere Zähne gleichseitig.

Jewey (1908) verstellte die Kraft eines H-förmig gebogenen Federbalkens mit Hilfe einer geteilten Gussplatte, die durch Bänder an beiden Enden an Hals-

nen jeder Seite befestigt war, gleichseitig auf die Zähne im Seitenbereich und auf das Weichgewebe. Nach Lewey ist diese Apparatur auf Libanese zurückzuführen.

Fiebe (1930) faßt die Drähte in einer Holzrinne jeder Kieferhälfte mit Noppen zu einer Block zusammen und befestigt daran Metallflächen, die dem Alveolarfortsatz anliegen.

Die Behandlungsapparatur nach Reichoweller (1953) besteht aus vier kieferorthodontischen Einheiten, die durch Klammerfortsätze mit einer Folienplatte verbunden sind (Abb. 28). In der Mitte ist diese Platte ausgespart, damit das Gaumenrachenkiefertrichter frei kann. Der Ansatzpunkt der Kraft liegt im vorderen Teil des Gaumengewölbes und am Alveolarfortsatz. Die Zähne dienen lediglich der Verankerung für die Platte. Die Langobertner (1949) setzt auch Reichoweller eine Federkraft wegen der unvollständigen und gewebsfreundlichen Kraftverteilung ein.



Abb. 28: Apparatur zur Gaumennachtreiterweiterung nach Reichoweller (1953). Links: im Herstellungsstadium, rechts: fertiggestellt.

Ascher (1949) verwendet im bleibenden Gebiß das in Abbildung 29 gezeigte Gerät. Hier verteilen okklusal gelegene molare und distale Auflager an den

Kapfen, welche die zweiten Prämolaren und die ersten Molaren miteinander verbinden die Schraubenkraft auch noch auf die ersten Prämolaren und die zweiten Molaren. Der Kunststoff erstreckt sich bis zu den Eckzähnen und spart den Gaumenbereich hinter den Schneidezähnen weit aus, um beim Sprechen nicht zu stören. Der Labialbogen unterstützt die Behandlung einer gleichzeitig bestehenden Spitzfront.



Abb. 29: Gerät zur Gaumennahterweiterung im bleibenden Gebiß nach Ascher (1968). Links: Die Kapfen auf dem Oberkieferabguß; rechts: Das fertiggestellte Gerät auf dem Oberkieferabguß.

Je tiefer die Schraube im Gaumengewölbe zu liegen kommt, desto geringer ist die Gefahr der Bukkalkippung der Ankerzähne (Schroeder-Benseler, 1913; Ziebe, 1930; Derichsweiler, 1955; Timms, 1981). Nach Timms kompensieren sich durch diese Anordnung die Rotationskräfte, denen der Ankerzahn unterworfen ist mit den Kräften, die durch die Schraube im Gerät ausgelöst werden (Abb. 30).

Je enger der Gaumen ist, desto stärker muß er gedehnt werden. Eine Schraube mit einer größeren Dehnwirkung benötigt aber auch mehr Platz, der aber im engen Gaumengewölbe nicht vorhanden ist. Timms (1981) empfiehlt die Schraube der Firma Glennross mit der Nummer Mk VI, bei der die vordere Führung weggeschliffen werden kann, falls trotz

des geringen Raumbedarfes dieser Schraube zu wenig Platz vorhanden ist.

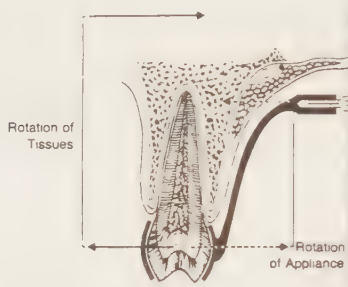


Abb. 30: Rotationskräfte bei Gaumennahterweiterung nach Timms (1981). Das Gewebe (---) und das Gerät (—) rotieren in gegensätzliche Richtungen. Je tiefer die Schraube im Gaumengewölbe angebracht ist, desto ausgeglichener ist das Kräfteverhältnis.

Wie die hohe Rezidivrate der Behandlungen, die Timms (1981) in den sechziger Jahren mit Hilfe einer beweglichen Schraube durchgeführt hat, zeigt, muß das Gerät so starr wie möglich ausgelegt werden (Moss, 1968).

Auch Haas (1980) fordert eine starke Ausführung der Lötverbindungen und darüberhinaus eine Verbindung der Molaren- und Prämolarenbänder mit einem palatinalen und einem bukkalen Drahtbügel. Diese Drahtbügel können auf den Eckzahn und auf den zweiten Molaren ausgedehnt werden (Abb. 9).

Lediglich Chateau (1975) schlägt die Verwendung einer Schraube mit einer geringen Beweglichkeit vor, die eine gewisse Drehbewegung der Oberkieferhälften in der Horizontalen zuläßt. Dorsal mit unpaaren Knochen in Verbindung (Os frontale, Os ethmoidale und Os sphenoidale), sei den Oberkiefersegmenten aufgrund der Lage der Schraube von Natur aus eine Dreh-

Bewegung aufsezwungen, der die streng parallele Öffnung einer absolut starren Schraube zuwider laufen würde.

Sind Schwierigkeiten beim Einsetzen des Gerätes zu erwarten, so rät Haas (1980) davon ab, gegossene Kappen oder mehr als vier Bänder zu verwenden.

Chateau (1975) empfiehlt hier, zwei Geräte - eines für den Prämolarenbereich und eines für den Molarenbereich - mit je einer Schraube und zwei Bändern, die leichter zu adaptieren sind als vier Bänder zugleich.

Neben Ascher (1968) und Chateau (1975) hat auch Kelson (1977) Gewebsirritationen, Ulzerationen und Schorfbildungen nach Abnahme des zahn- und schleimhautgelagerten Gerätes festgestellt. Ein derartiger Schaden kann bei behutsamem Vorgehen vermieden werden.

Wie Derichsweiler schon im Jahre 1953 verwendet auch Chateau (1975) durchsichtigen Kunststoff, um frühzeitig derartige Schäden erkennen zu können.

Bei der langen Liegedauer des Gerätes soll ein heiß polymerisierter Kunststoff gewebeverträglicher sein, als ein Kaltpolymerisat (Derichsweiler, 1953).

Auf die weniger empfindlichen, relativ ischämischen Bereiche der Gaumenschleimhaut zwischen dem ersten Prämolaren und dem ersten Molaren beschränkt Haas (1980) den Kunststoffteil seines Gerätes (Abb. 9).

Während Landsberger (1908) noch die Meinung vertrat, die Verbindung zwischen dem Verankerungsele-

ment am Zahn und dem Geräteteil, welcher der Gaumenschleimhaut aufliegt, müsse elastisch sein, um die Kraft der Schraube auch direkt auf das Gaumengewölbe übertragen zu können, befürchtete schon Ziebe (1930) durch diese Art der Apparatur Schäden am Weichgewebe. Die Verbindung sollte möglichst starr ausgeführt werden, damit die Auflagefläche gleichmäßig und nicht zu stark gegen die Gaumenschleimhaut gedrückt wird.

Streng soll darauf geachtet werden, daß der Kunststoffteil keine scharfen Ecken und Kanten hat (Derichsweiler, 1953, Haas, 1980). Derichsweiler (1954) hat sogar die palatinale Kunststofffläche poliert.

Der Einhaltung einer gewissenhaften Mundhygiene soll besondere Beachtung geschenkt werden (Ziebe, 1930; Chateau, 1975).

Neuerdings werden Geräte zur Gaumennahterweiterung vereinfacht ganz aus Kunststoff hergestellt und mit adhaesivem Kunststoff eingesetzt. Während das Gerät von Hauenstein (1980) bukkal noch bis nahezu in die Umschlagfalte reichte (Abb. 31), bedeckt die Apparatur von Rakosi, Jonas und Bungert (1983) nur noch die okklusalen und die bukkalen Oberflächen der Seitenzähne (Abb. 32). Rakosi et al. ätzen vor dem Einsetzen nur die Palatinalflächen der Seitenzähne an. Abflußkanäle sorgen für ein ausreichendes Abfließen des Adhaesivkunststoffes. Um das Gerät leichter wieder abnehmen zu können, enthalten die Okklusalflächen der Platte drahtverstärkte Gewinde. Zur Abhebelung der Platte werden in die Gewinde Schrauben

gedreht, welche die Platte mundhöhlenwärts bewegen und somit von der Zahnreihe lösen. Die Platte kann auch abnehmbar verwendet oder als abnehmbares Retentionsgerät im Anschluß an die Dehnung eingesetzt werden.

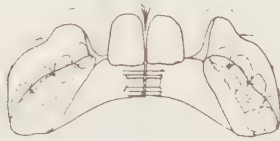


Abb. 31: Gerät zur Gaumennahterweiterung nach Quenslein 1980.



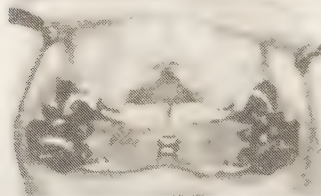
Abb. 32: Gerät nach Rakosi, Jonas und Bungert (1983); Links sind die drahtverstärkten Gewinde und die Abflußkanäle zu erkennen; Rechts sind die Schrauben in die drahtverstärkten Gewinde eingedreht.

In der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität München kommen auch Geräte mit gegossenen Kappen und einem Kunststoffkörper, wie sie die Abbildung 33 zeigt, zur Anwendung.

1a)



1b)



2)

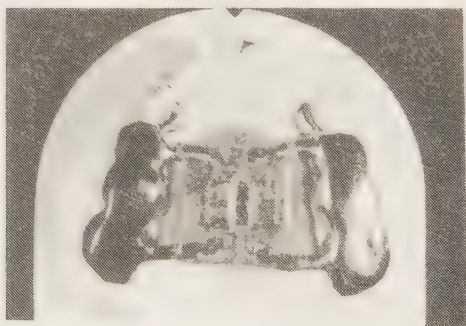


Abb. 33: An den Zähnen verankerte, nicht schleimhautgelagerte starre Apparate, wie sie in der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität München zur Anwendung kommen. 1a= Steilgaumen vor dem Einsetzen der Apparatur, 1b= Gerät im Mund eingesetzt; Der Kunststoffkörper verankert nur die Gußstifte der Kappen und die Schraube, liegt aber der Schleimhaut nicht an; Die Apparatur ist unterspülbar. 2= Ein anderes Gerät auf dem Oberkieferabruß; Die Gußkappen sind mesial verlängert, damit die Kraft auch noch auf die Eckzähne verteilt wird (Sammlung Prof. Stahl, Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität München).

2.5. Apparate zur Behandlung von Gaumenspalten

Der Tatsache, daß bei den Patienten mit einer Lippen-Kiefer-Gaumenspalte der Oberkiefer im vorderen Bereich oftmals viel zu schmal ist und im distalen Bereich fast keine Zahnbogenerweiterung mehr benötigt wird, muß in der Konstruktion des Schnelldehngerätes Rechnung getragen werden (Broadway, 1967; Foster u. Chinn, 1977; Linns, 1981; Devenish, Foster u. Chinn, 1982).



Abb. 34 : Gerät zur "differenzierten Gaumenschnelldehnung" nach Devenish, Foster und Chinn (1982); oben: Ansicht von okklusal; Mitte: Ansicht von distal; unten: Einzelteile des Apparates, A und B = unterschiedlich lange Gewinderollen.

Während Devenish, Foster und Chinn (1982) die Brei- tendimension hinten mit einem Bügel sichern (Abb. 34), hat Broadway (1967) zu diesem Zweck die schon von Robin (1867 - 1950) her bekannte Scharnierplatte (Abb. 35) und Timms (1981) eine Schlaufe aus Federdraht (Abb. 36) verwendet. Der Vorteil der Federdrahtschlaufe gegenüber dem Scharniergelenk soll in einer besseren Anpassung an die Eigenbeweglichkeit des Gewebes liegen (Timms, 1981).

Nur in Ausnahmefällen ist nach Timms (1981) bei Patienten mit einer Lippen-Kiefer-Gaumenspalte ein Gerät mit einer Schraube, die eine streng parallele Öffnungsbewegung auslöst angebracht. Üblicherweise verwendet er (Abb. 36), wie auch Devenish et al. (1982) (Abb. 34), Schrauben, die links und rechts gelenkig verankert sind und eine Drehbewegung zulassen.

Für den ausgeprägten Platzmangel für die Schraube bei den Patienten mit einer Lippen-Kiefer-Gaumenspalte bieten sich unterschiedliche Lösungsvorschläge an:

Broadway (1967) zementiert zuerst auf die Seitenzähne gegossene Metallkappen (B u. C) und schraubt darauf eine passende Kunststoffplatte (A) mit den kleinen Schrauben (D u. E) (Abb. 34). Kann die relativ klein dimensionierte Dehnschraube nicht mehr weiter aktiviert werden, so wird ein Drahtbügel (F) in dafür vorgesehene Löcher der Metallkappen (B u. C) eingefügt, der den Transversalabstand sichern soll. Daraufhin wird die Kunststoffplatte (A) abgenommen und die Dehnschraube herausgefräst. Anschließend wird sie im geschlossenen Zustand wieder ein-

polymerisiert. Die Kunststoffplatte (A) wird wieder angeschraubt und der Drahtbügel entfernt.

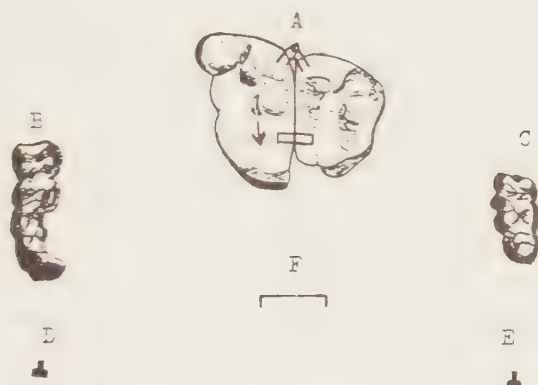


Abb. 35: Apparatur zur kontrollierten Polymerisation bei Parienten mit einer Lippen-Kiefer-Gaumenspalte nach Broadway (1957).



Abb. 36: Apparatur zur differenzierten kontrollierten Polymerisation bei Parienten mit einer Lippen-Kiefer-Gaumenspalte nach Titus (1961).

Beim Referat nach Levenish, Foster und Shinn (1962)

(Abb. 34) rückt ebenfalls ein Drahtbügel die drei-

tendimension im vorderen Bereich, während die Verankerungsplättchen, an denen die Dehnungsschraube gelenkig befestigt ist, abgeschraubt werden. Außerhalb des Mundes wird die Dehnschraube mit einer längeren Gewindebuchse versehen und danach wieder eingesetzt.

Timms (1981) verwendet hier kurzerhand eine Transversaldehynschraube mit einer großen Reichweite und einer geringen Eigenstabilität, die er okklusal auf die gegossenen Kappen lötet (Abb. 19).

Bieten die Zähne für das Gerät nur eine geringe Retention, so sind nach Timms (1981) statt der gegossenen Kappen Bänder angebracht (Abb. 37). In der Abbildung 38 ist eine Kombination dieser Verankerungselemente zu erkennen.



Abb. 37: Gerät zur Schnelldehnung bei Patienten mit einer Lippen-Kiefer-Gaumenspalte (nach Timms, 1981).



Abb. 38: Gerät zur Schnelldehnung bei Patienten mit einer Lippen-Kiefer-Gaumenspalte (nach Timms, 1981).

3. Diagnostik im Zusammenhang mit der Gaumennaht- weiterung

3.1. Klinisches Erkennen kieferorthopädischer Indi- kationen

Der sogenannte "V"-Typ nach Frevert-Boelcke (1954) läßt schon beim ersten Blick die Indikation zur Gaumennahterweiterung erkennen. Die Stirn ist V-förmig, gleichfalls die Nasenwurzel, der Nasenrücken und die Partie vom Nasenflügel bis zur Nasenspitze, ferner die Oberkieferbasis, der Gaumen und der obere Zahnbogen. Das Kinn hat gleichfalls V-Form.

Bei Patienten, bei denen das Gesicht im mittleren und oberen Drittel recht breit und im Kinnbereich rund ist, hält Derichsweiler (1955) die Gaumennahterweiterung für angebracht, weil die dadurch hervorgerufenen Veränderungen im Einklang mit der naturgegebenen Entwicklungstendenz der Schädelform stehen. Findet sich jedoch bei einem Patienten ein Gesicht, das im oberen Drittel breit und im unteren Drittel schmal ist, so soll sorgfältig abgewägt werden, ob die Verbreiterung des mittleren Gesichtsdrittels durch die Gaumennahterweiterung zu einer Verbesserung der Schädelproportionen beiträgt. Von einer Gaumennahterweiterung rät Derichsweiler ab, wenn die Patienten ein ausgeprägtes Schmalgesicht zeigen.

Die in einem Land übliche populationsbedingte Gesichtsmorphologie soll ebenfalls bei der Entscheidung, ob eine Gaumennahterweiterung durchgeführt werden soll oder nicht, Berücksichtigung finden. So sei die Gefahr, daß eine Verbreiterung des mittleren Gesichtsdrittels als eine Störung der Harmonie der Gesichtsform empfunden wird, in England, wo das schmale Gesicht vorherrscht, größer als in Bayern, wo das breite Gesicht häufiger vorkommt (Derichsweiler, 1955).

Beträgt die Summe der Schneidezahnbreiten im Oberkiefer (SI OK) mehr als 34 mm, so kann nach Derichsweiler (1955) davon ausgegangen werden, daß bei einem Engstand im oberen Schmalkiefer auch durch die Gaumennahterweiterung nicht genügend Platz zur Einordnung der relativ großen Zähne geschaffen werden kann.

Nur ein entwicklungsfähiger Unterkiefer, der als Merkmale nach lingual gekippte untere Frontzähne und eine stark ausgeprägte apikale Basis besitzt, kann an den nach der Gaumennahterweiterung vergrößerten oberen Frontzahnbogen angepaßt werden. Bei einem Patienten, der einen Unterkiefer mit einer unterentwickelten apikalen Basis und nach labial gekippten Frontzähnen hat, führt die Gaumennahterweiterung zu einem starken horizontalen Überbiß, wodurch die Indikation zur Gaumennahterweiterung eine Einschränkung erfährt (Derichsweiler, 1955; Wood, 1962).

Erst, wenn die Mittellinien von Unter- und Oberkiefer in Übereinstimmung und der Unterkieferkörper in der sagittalen Dimension in eine regelrechte Stellung zum Oberkiefer gebracht worden ist, kann entschieden werden, ob ein Kreuzbiß skelettal, dental oder funktionell, einseitig oder beidseitig bedingt ist (Moyers, 1966; Kutin u. Hawes, 1969; Buck, 1970; Wertz, 1970), und ob ein relativer oder absoluter Mangel an transversaler Oberkieferbreite besteht (Kutin u. Hawes, 1969; Buck, 1970; Jacobs u. Bell, 1980).

3.2. Klinisches Erkennen hals-, nasen- und ohrenärztlicher Indikationen

Ein hoher, schmaler Gaumen (Landsberger, 1908), verengte Nasenlöcher (Derichsweiler, 1955; Timms, 1981), ein scharf gezeichneter Nasenrücken, Nasenflügelatmen

und ein offener Mund, der dem Gesicht einen "blöden" Ausdruck verleiht (Derichsweiler, 1955) kennzeichnen den Mundatmer.

Auf einen erhöhten Widerstand für den Luftstrom durch die Nase deutet nach Linder-Aronson und Bachström (1960) ein langes schmales Gesicht hin.

Kinder, die Schwierigkeiten mit der Nasenatmung haben, sind nach Timms (1981) häufiger erkältet, hören oft schlecht, leiden an allergischen Rhinitiden, schlafen mit offenem Mund und schnarchen deshalb auch.

Differentialdiagnostische Überlegungen berücksichtigen bei einem Mundatmer neben einer Verengung der knöchernen Nase als mögliche Ursache eine Verkrümmung der Nasenscheidewand (Derichsweiler, 1955; R.Watson, 1968), den Nasopharynx verengende adenoide Wucherungen (Landsberger, 1908; R.Watson, 1968; Linder-Aronson u. Henrikson, 1973), allergisch oder infekt bedingte Rhinitiden (R.Watson, 1968; Timms, 1974), vergrößerte Nasenmuscheln (Derichsweiler, 1955; R.Watson, 1968), Dorne und Leistenbildungen in den Nasengängen (Derichsweiler, 1955) und eine Schwäche des M. orbicularis oris (Derichsweiler, 1955; Timms, 1974).

Eine direkte Messung des Nasenwiderstandes für den Luftstrom ergibt einen weiteren Aufschluß über die Ursachen einer bestehenden Mundatmung. Der Widerstand $\Delta p / \dot{V}$ berechnet sich dabei in Anlehnung an das Ohm'sche Gesetz aus dem Druckunterschied Δp , der sich für den Luftstrom $\dot{V}$ durch den Einfluß der Weite der Nasengänge ergibt. Hershey, Stewart und Warren (1976) haben den Durchfluß der erwärmten Luft auf 0,25-0,50 l/s begrenzt und gemessen und die Druckänderung aus der Differenz der Meßwerte von Drucksonden in der Atemmaske

und im Oropharynx bestimmt (Abb. 40). 77% der Patienten, die einen größeren Widerstand als $4,5 \text{ cm H}_2\text{O/l.s}$ hatten waren Mundatmer.

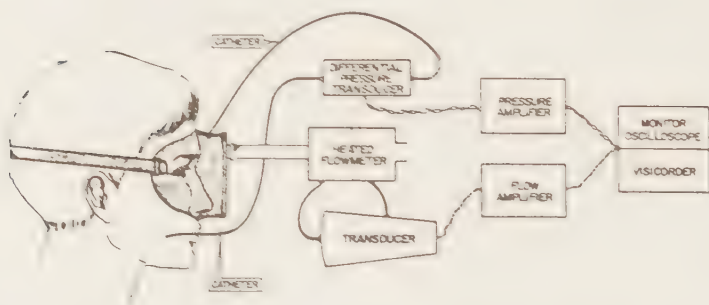


Abb. 40: Nasenwiderstandsmessung nach Hershey, Stewart und Warren (1976). Die Messsonden in der Atemmaske und im Oropharynx (Catheter) bestimmen den Druckunterschied vor und nach der Nasenpassage. Der Luftstrom wird mit einem "heated flowmeter" gemessen.

Linder-Aronson und Ashan (1963) haben den Druck des Luftstroms vor und nach der Passage durch die Nase gemessen, ohne zu berücksichtigen, daß das durchströmende Atemvolumen von der Atemanstrengung des Patienten entscheidend beeinflusst wird.

Im Jahre 1968 hat Wertz zwar das Volumen der Luft, die durch die Nase hindurch bewegt wird, gemessen, aber den Druckeinfluß hat er dabei völlig außer acht gelassen.

3.3. Röntgenologisches Erkennen kieferorthopädischer Indikationen

Okklusale Röntgenaufnahmen geben Aufschluß über den Grad der Verknöcherung der Gaumennaht, dem eine gewisse Bedeutung für die Durchführbarkeit der Gaumenschnelldehnung beigemessen wird (Debbane, 1958; Haas, 1965; Timms, 1968; Melsen, 1975; Chateau, 1975; Thilander, 1980).

Auf der lateralen Fernröntgenaufnahme kann in der anteroposterioren Richtung die Beziehung des Oberkiefers zum Schädel abgeschätzt werden (Wertz, 1970; Brogan, 1977; Haas, 1980) und zum Unterkiefer (Haas, 1965, 1970, 1980; Linderer, 1966; Timms, 1968, 1974, 1981; Chateau, 1975; Brogan, 1977; Jacobs u. Bell, 1980) sowie die vertikale Dimension (Chateau, 1975; Mew, 1977; Linder-Aronson u. Lindgren, 1979; Hauenstein, 1980).

Derichsweiler (1955) empfiehlt, vor der Behandlung eine eventuelle Wurzelabknickung oder ein noch nicht abgeschlossenes Wurzelwachstum röntgenologisch festzuhalten, damit diese Erscheinungen zu einem späteren Zeitpunkt nicht der Schnelldehnung angelastet werden können.

Nach Hauenstein (1980) ist eine Gaumennahterweiterung erst indiziert, nachdem der röntgenologische Beweis erbracht worden ist, daß die Wurzelbildung an den oberen mittleren Schneidezähnen abgeschlossen ist.

3.4. Röntgenologisches Erkennen hals-, nasen- und ohrenärztlicher Indikationen

Zum Ausschluß adenoider Vegetationen geben Poole und Engel (1976; zitiert nach Schulhof, 1978) 4 signifikante Meßgrößen (Tab. 1 u. 2) zur Beurteilung der Nasenwege auf lateralen Fernröntgenaufnahmen mit Hilfe der Kennlinien von Abbildung 41 an.

1. Prozent der Luftpassage : Prozentangabe des Anteils des Nasopharynx, der mit adenoidem Gewebe verlegt ist.
2. D - AD1:PNS : Entfernung zwischen der Spina nasalis posterior und dem nächstgelegenen adenoiden Gewebe auf der Geraden, die durch die Spina nasalis posterior und das Basion geht (Linder-Aronson, 1973).
3. D - AD2:PNS : Entfernung zwischen der Spina nasalis posterior und dem nächstgelegenen adenoiden Gewebe auf der Geraden, die durch die Spina nasalis posterior geht und senkrecht auf der Strecke Sella-Basion steht (Linder-Aronson, 1973).
4. D - PTV:AD : Entfernung zum nächstgelegenen adenoiden Gewebe von einem Punkt, der auf der Pterygoidvertikalen 5 mm über der Spina nasalis posterior liegt (Ricketts, 1954).

Tab. 1: Signifikante Meßgrößen zur Beurteilung der Nasenwege auf lateralen Fernröntgenaufnahmen. Bei den vorgenannten, dem englischsprachigen Schrifttum entnommenen Abkürzungen steht D für distance, AD für adenoids, PNS für posterior nasal spine und PTV für pterygoid vertical (nach Poole und Engel, 1976; zit. nach Schulhof, 1978).

Nach Schulhof ist der Kieferorthopäde in der Lage, durch einen Vergleich der individuellen Werte mit den Normgrößen zu entscheiden, ob eine Adenoidektomie, eine Gaumennahterweiterung oder andere Behandlungsmethoden angebracht sind.

Alter des Patienten	6 Jahre ♂	16 Jahre ♂	6 Jahre ♀	16 Jahre ♀
Meßgröße				
Prozent der Luftpassage	$\bar{X}$ 50.55 s 15.85	63.96 12.80	50.99 13.49	62.68 16.09
D - AD1:PNS in mm	$\bar{X}$ 20.66 s 5.50	26.48 5.45	14.74 5.69	26.32 4.28
D - AD2:PNS in mm	$\bar{X}$ 15.89 s 3.53	22.44 4.26	14.93 3.52	21.78 4.67
D - PTV:AD in mm	$\bar{X}$ 7.07 s 3.84	14.59 6.10	7.02 3.87	14.56 4.70

Tab. 2: Normgrößen zur Beurteilung des Lumens des Nasopharynx nach Schulhof (1978). $\bar{X}$ =Durchschnitt der ermittelten Werte, der als Normgröße bezeichnet wird, s=Standardabweichung (siehe auch Legende Tab. 1).

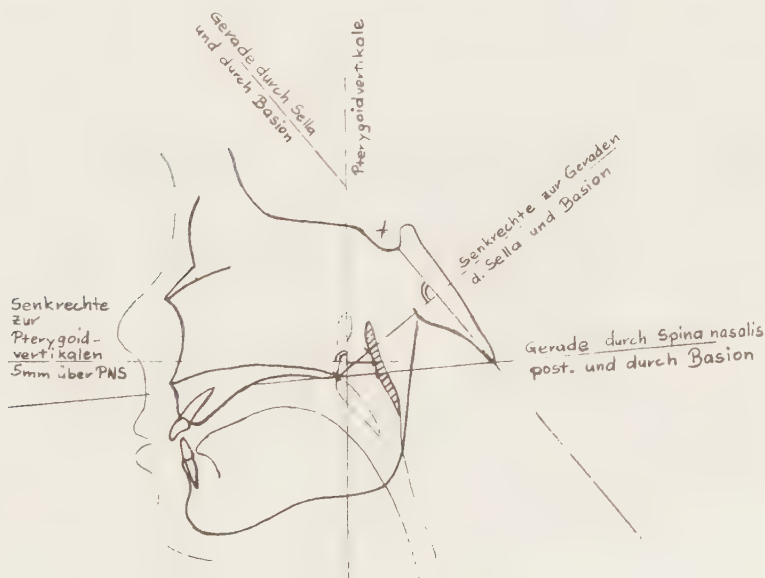


Abb. 41: Kennlinien zur Beurteilung des Lumens des Nasopharynx (nach Schulhof, 1978).

Laterale und frontale Fernröntgenaufnahmen reichen nach Linder-Aronson und Holmberg (1979) aus, um die Größe des Nasopharynx und die Kapazität des Luftweges durch die Nase abschätzen zu können.

Im Gegensatz dazu vertritt Montgomery (1979) die Meinung, die Beurteilung der Nasengänge auf frontalen Fernröntgenaufnahmen überschreite die Grenzen dieses diagnostischen Mittels.

3.5. Klinische Verlaufskontrolle

Vor Beginn der Gaumennahterweiterung soll nach Greenbaum und Zachrisson (1983) der Zustand des Parodontiums betrachtet werden, um eine Verschlechterung im Verlauf der Behandlung rechtzeitig erkennen zu können. Sie richten ihr Augenmerk besonders auf die Alveolarknochenhöhe, die Weichgewebsansatzhöhe, die Sondierungstiefe und die Breite der keratinisierten Gingiva.

W. Watson (1980) empfiehlt, während und nach der Gaumennahterweiterung in der Umschlagfalte mit dem Finger nach Wurzeln zu tasten, die vom Alveolarknochen in Form einer Fenestration oder Dehiscenz entblößt sind.

Die Methode der Gaumennahterweiterung ist als völlig schmerzfrei beschrieben worden (Bogue, 1913; Korkhaus, 1960; Haas, 1965; Brogan, 1977; Timms, 1981). Jede Äußerung des Patienten über Mißempfindungen, abgesehen von einem gewissen Druckgefühl in der Gegend der Suturen, sollte zur Vorsicht mahnen. Ein regelmäßiges Befragen ist deshalb zweckmäßig (Timms, 1981).

Das Auseinandertreten der oberen mittleren Schneidezähne während des Dehnvorganges zeigt die Erweiterung

der Gaumennaht und somit einen erfolgreichen Behandlungsablauf an (Derichsweiler, 1953; Haas, 1960; Wertz, 1970; Timms, 1981).

Aufgrund des Zuges der transseptalen Fasern kehren die Schneidezähne wieder in ihre ursprüngliche Stellung zurück, vorausgesetzt, sie sind nicht in das Gerät eingebunden. Werden die erwähnten Fasern beschädigt, schließt sich die Lücke nicht sofort. In der ersten Zeit nach der Gaumenschnelldehnung sind die mittleren Schneidezähne leicht gelockert. Oft sind sie auch klopfempfindlich (Timms, 1981).

Besondere Aufmerksamkeit soll der Gaumenschleimhaut geschenkt werden, um bei schleimhautgelagerten Geräten der Gefahr von Drucknekrosen vorzubeugen (Chateau, 1975; Ascher, 1968; Derichsweiler, 1955; Haas, 1970).

Zur Verdeutlichung der äußerlich erkennbaren Veränderungen hat Frevert-Boelcke (1954) sogenannte Fotostat-Aufnahmen angefertigt (Abb. 42).



Abb. 42: Fotostat-Aufnahmen (nach Frevert-Boelcke, 1954).

Frevert-Boelcke (1954) hat Oberkieferabgüsse nach dem Gnathostatprinzip vom Ausgangs-, Zwischen- und Endbefund angefertigt.

Wie Derichsweiler (1953, 1954, 1955), Reichenbach (1955) und Frevert-Boelcke (1954) hat Gerlach (1954) sogenannte Gaumenkurven gezeichnet (Abb. 43). Für

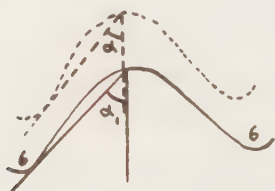


Abb. 43: Gaumenkurven mit Neigungswinkeln (α u. α_1) der Alveolarfortsätze vor (---) und nach (—) der Schnelldehnung (nach Gerlach, 1954).

Gerlach sind allerdings nur Gaumenkurven nach dem Verfahren von Simon (1925) durch gnathostatische Modellorientierung für eine Gaumendachsenkung beweisend. Neben dem vertikalen Abstand zwischen den Höckerspitzen der Sechsjahrmolaren und dem höchsten Punkt in der Mitte des Gaumengewölbes sind auch die Neigungswinkel der Alveolarfortsätze (α u. α_1 in Abb. 43) für den Fortschritt der Gaumennahterweiterung aussagekräftig.

Ein vor und nach der Schnelldehnung angefertigtes Odontogramm (Abb. 44) gibt die Veränderungen am Zahnbogen wieder (Gerlach, 1954).

Schwarz (1954) zeichnete in die Gaumenquerschnitte die Neigung der Zahnachsen ein (Abb. 45).

Um keiner Täuschung zu erliegen, stützte sich Rinderer



Abb. 44: Odontogramm vor und nach (schraffiert) der Schnelldehnung (nach Gerlach, 1954).



Abb. 45: Gaumenquerschnitt mit eingezeichneter Zahnachsenneigung (nach Schwarz, 1954).

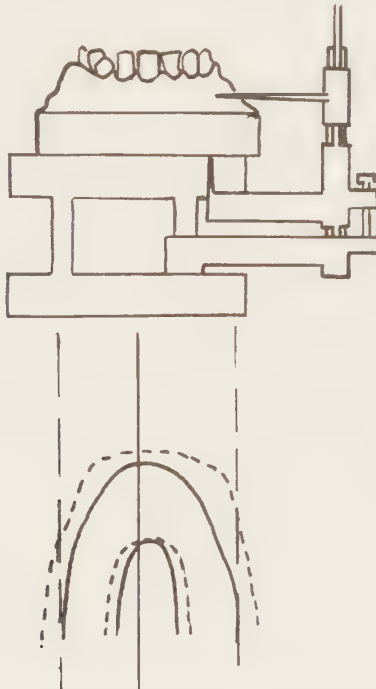


Abb. 46: Stereograph (oben) mit Aufzeichnungen der apikalen Basis vor (—) und nach (---) der Gaumennahterweiterung (nach Gerlach, 1956).

(1966) auf das Verhältnis zwischen der Zahnbogenbreite und der Gaumenhöhe, den Gaumenindex.

Die Veränderungen an der apikalen Basis hat Gerlach (1956) mit Hilfe des Stereographen festgehalten (Abb. 46).

Über Fortschritte in der Verbesserung bei der Nasenatmung geben die Patienten auf Befragen (Haas, 1960) oder klinische Tests Auskunft:

Beschlägt ein vor die Nase gehaltener Spiegel bei der Atmung mit geschlossenem Mund (Heymann, 1900; zitiert nach Derichsweiler, 1955) ?

Wird ein vor die Nase gehaltener Wattebausch bei der Atmung mit geschlossenem Mund bewegt (Heymann, 1900; zitiert nach Derichsweiler, 1955) ?

Die Nasenwiderstandsmessung nach Hershey, Stewart und Warren (1976) erlaubt eine genauere Beurteilung, ob durch die Gaumennahterweiterung eine Verbesserung in der Nasenatmung eingetreten ist.

Bedingt durch die lange Liegedauer, vor allem des Retentionsgerätes, muß zur Vermeidung von Entkalkungserscheinungen an den Zähnen und aus parodontalprophylaktischen Gründen streng auf eine gute Mundhygiene geachtet werden (Ziebe, 1930; Chateau, 1975).

3.6. Röntgenologische Verlaufskontrolle

Haas (1980) fertigt vor Behandlungsbeginn, zum Zeitpunkt der Stabilisierung des Gerätes, nach Abschluß der Retentionsphase und einige Jahre danach laterale Fernröntgenaufnahmen an, um die Veränderungen kephalometrisch beurteilen zu können. Sie geben Auskunft über Änderungen der sagittalen und vertikalen Lagebeziehungen des Oberkiefers zum Unterkiefer und zum Schädel (Haas, 1965, 1980; Heflin, 1970; Wertz, 1970) sowie über eine eventuelle Vergrößerung des Volumens des Nasopharynx (Ricketts, 1954; Linder-Aronson, 1973; Poole und Engel, 1976; zit. nach Schulhof, 1978).

Im posteroanterioren Strahlengang aufgenommene Fernröntgenbilder ergänzen die Untersuchungen. Der Unterschied zwischen dem Behandlungsbeginn und dem Ende der Aktivierungsphase ist bei der Gaumennahterweiterung in dieser Ebene am größten. Auf die Veränderungen in der Neigung der Zahnachsen, in der Breite der Transluzenz in der Gegend der Gaumennaht, im Abstand der lateralen Begrenzungen der Oberkieferknochen und in der Weite der knöchernen Nasenöffnung soll besonderes Augenmerk gerichtet werden (Haas, 1965; Heflin, 1970; Wertz, 1970).

Auswertbare Röntgenaufnahmen sind nur dann gegeben, wenn sowohl bei der seitlichen als auch der posterioranterioren Fernröntgenaufnahme gleiche Projektionsbedingungen vorliegen. Wertz (1970) nennt einige Anhaltspunkte, die bei der Gaumennahterweiterung für die Beurteilung der lateralen und frontalen Fernröntgenaufnahmen von besonderer Aussagekraft sind (Tab. 3).

1. Laterale Fernröntgenaufnahmen (Abb. 47)

A) Winkelmessungen

1. S - N - A - Winkel
2. S - N - B - Winkel
3. A - N - B - Winkel
4. Winkel (Inklinationswinkel) zwischen der Geraden durch S und N und der Spinaebene (SpP)
5. Winkel zwischen der Geraden durch S und N und der Mandibularebene (MP)
6. Winkel zwischen der Geraden durch S und N und der Geraden durch die Achse der oberen mittleren Schneidezähne

B) Streckenmessungen in Millimetern

1. Senkrechter Abstand der Spina nasalis posterior zur Geraden durch S und N
2. Senkrechter Abstand der Spina nasalis anterior zur Geraden durch S und N
3. Senkrechter Abstand der Spitze der oberen mittleren Schneidezähne zur Geraden durch S und N
4. Senkrechter Abstand des A-Punktes zu einer Geraden, die durch den S-Punkt führt und zur Geraden durch S und N senkrecht verläuft

2. Frontale Fernröntgenaufnahmen

A) Streckenmessungen in Millimetern

1. Maximale Nasenhöhlenbreite
2. Abstand zwischen den noch nicht durchgebrochenen 7 | 7 oder 8 | 8
3. Abstand zwischen den durchgebrochenen 6 | 6
4. Abstand zwischen den durchgebrochenen 6 | 6

Tab. 3: Für die Beurteilung der lateralen und frontalen Fernröntgenaufnahmen bei der Gaumennahterweiterung wichtige Meßgrößen von besonderer Aussagekraft (nach Wertz, 1970).

Okklusale Röntgenaufnahmen geben über die Öffnung der Gaumennaht, die Bewegung der Wurzelspitzen und eventuelle Zahnkippen während der Schnelldehnung (Rinderer, 1966; Haas, 1965, 1980; Wertz, 1970) Aufschluß.

Zahnfilmaufnahmen eignen sich lediglich dazu, Resorptionen an den Wurzelspitzen, nicht aber an den Wurzelflächen der Zähne als Folge der Schnelldehnung auszu-schließen (Barber u. Sims, 1981; Odenrick, Lilja u. Lindbäck, 1982).

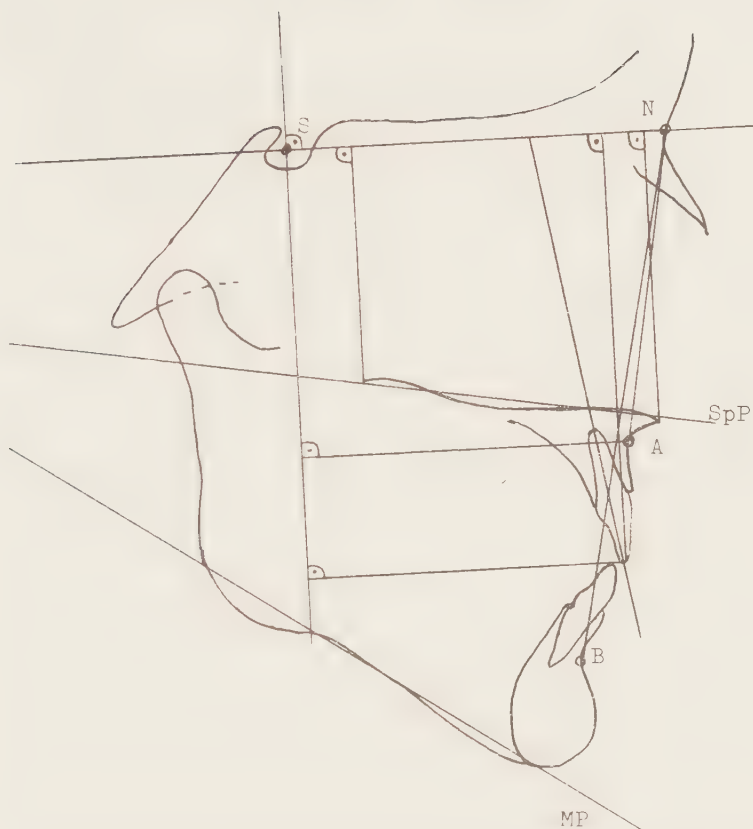


Abb. 47: Laterale Fernröntgenaufnahme mit Bezugslinien und Bezugspunkten, die bei der Gaumennahterweiterung wichtig sind (Wert, 1970).

4. Gaumennahterweiterung in bezug auf das Alter des Patienten

Ursprünglich war mit der Gaumennahterweiterung beabsichtigt, bei älteren Patienten gegen oder nach Abschluß des intensiven Wachstumsprozesses noch eine Gebißregulierung durch eine transversale Kiefererweiterung einzuleiten (Gerlach, 1954).

Die Gaumennahterweiterung soll hingegen nach Krebs (1964), Haas (1970) und Wertz (1977) vor dem Ende des pubertären Wachstumsschubes durchgeführt werden. Während vor und in der Pubertätsphase am Oberkiefer eine Verbreiterung von 6 mm und mehr möglich ist, können danach nur mit Mühe 2 mm erreicht werden. Nach Beendigung der Pubertät ist die erreichte Verbreiterung einem stärkeren Rezidiv unterworfen (Wertz, 1977). Bis zum 17. Lebensjahr kann nach Haas (1970) immer mit einer Öffnung der Gaumennaht gerechnet werden.

Wird die Gaumennahterweiterung im Milch- oder frühen Wechselgebiß (Cheney, 1959; Odenrick et al., 1982) beziehungsweise vor der Beendigung des Durchbruchs der bleibenden Eckzähne und Prämolaren (Derichsweiler, 1955; Brogan, 1977; Thilander, 1980) durchgeführt, kann der Oberkiefer besser an den Unterkiefer angepaßt und eine günstigere Entwicklung des gesamten Gesichtskelettes erzielt werden.

Im bleibenden Gebiß ist eine Gaumennahterweiterung mit dem alleinigen Ziel der Verbreiterung der knöchernen Nasenhöhle kontraindiziert (Brogan, 1977).

Das Drehzentrum der Rotation des Oberkiefers, bei der sich die Alveolarfortsätze nach außen und oben bewegen, wandert nach Byrum (1971) in Abhängigkeit vom Alter nach unten. Bis zum 5. Lebensjahr liegt das Drehzentrum sehr hoch, wobei sogar die Augenhöhlen in die Dehnung einbezogen sein können. Im Alter von 5 bis 8 Jahren verlagert sich das Rotationszentrum etwas tiefer bis in die Höhe des Os ethmoidale. Jenseits des 8. Lebensjahres befindet sich das Drehzentrum in der Nasenregion. Die darüberliegenden Bereiche werden dann sogar komprimiert.

Mit zunehmendem Alter des Patienten bewirkt die Gaumennahterweiterung nicht nur eine Verbreiterung des Oberkiefers, sondern auch eine stärker ausgeprägte Verlagerung der Maxillen nach kaudal und ventral (Brogan, 1977).

Die Gaumennahterweiterung ruft bei älteren Patienten eine raschere Ansammlung von Kräften hervor als bei jüngeren, weil bei den Älteren der Abbau von Residualkräften aus vorangegangenen Aktivierungen längere Zeit in Anspruch nimmt (Zimring u. Isaacson, 1965). Die letztendlich erreichte Kraftgröße kann bei älteren Patienten sogar das physiologisch erträgliche Maß überschreiten (Odenrick et al., 1982). Deshalb empfehlen Zimring und Isaacson (1965), wie auch Wertz (1970), bei älteren Patienten die Krafteinwirkung auf einen verlängerten Zeitraum zu verteilen.

Je älter der Patient, desto größer wird der orthodontische Anteil an der Dehnbewegung sein. Das heißt, der Zahnbogen wird stärker erweitert als die Basis des Oberkiefers (Wertz, 1970).

Während Herbst (1907) bei den älteren Patienten Geräte mit zwei Dehnschrauben benutzte, schien ihm bei den jüngeren eine Schraube ausreichend stabil zu sein. Ein langsames Dehnen und eine Retentionszeit von mehreren Wochen hielt er bei den jüngeren Patienten einerseits für besonders angebracht andererseits auch für gefährlich, weil dadurch eine Hemmung des Oberkieferwachstums verursacht werden kann.

Auch Timms (1981) verwendet im Milchgebiß und im frühen Wechselgebiß ein weniger stabiles Gerät (Abb. 19). Bei den älteren Patienten befürchtet er ein verstärktes Auftreten von Rotationskräften, weshalb er mit einer stabileren Schraube arbeitet, diese tiefer legt und über zusätzliche Kunststoffplatten die Dehnkraft auch auf die Seitenwände des Gaumengewölbes wirken läßt.

Je nach dem Alter des Patienten geht Timms bei der Gaumenschnelldehnung unterschiedlich und unterschiedlich rasch vor:

Bis zum 15. Lebensjahr aktiviert er die Dehnschraube zweimal täglich um eine Vierteldrehung.

Im Alter von 15 bis 20 Jahren wird viermal täglich um eine Achteldrehung erweitert.

Bei Patienten im Alter von 20 bis 25 Jahren reduziert sich das Aktivierungsschema auf zweimal täglich eine Achteldrehung.

Nach dem 25. Lebensjahr empfiehlt Timms ein kombiniert kieferorthopädisch-chirurgisches Vorgehen. Dabei schließt er allerdings nicht aus, daß schon frü-

her Schwierigkeiten bei der rein kieferorthopädischen Behandlung auftreten können. Ausgehend von der Annahme, mit zunehmendem Alter nehme die Rigidität des Gesichtsskelettes zu, nimmt er folgende chirurgische Eingriffe vor:

Bei Patienten, die 25 Jahre oder älter sind oder nach einem fehlschlagenen Lehnungsversuch, wird nach einer paramedianen Inzision am Gaumen der Mukoperiostlappen abgedrängt und die Kortikalis des harten Gaumens von vorne bis hinten paramedian durchtrennt (Abb. 48 u. 49). Dies erfolgt bei einem einseitigen Befund einseitig und bei einem beidseitigen Befund beidseitig.



Abb. 48: Der Schleimhautschnitt (A) und die Knocheneinzigung mit dem abgedrängten Mukoperiostlappen (B) bei der chirurgisch unterstützten Gaumennahterweiterung (nach Timms, 1981).

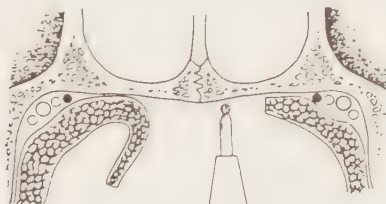


Abb. 49: Lage der paramedianen Schleimhaut- und Knocheneinzigung bei der chirurgisch unterstützten Gaumennahterweiterung (nach Timms, 1981).

Sind die Patienten älter als 30 Jahre, kommen laterale Osteotomien hinzu. Dabei wird nach einem Schleimhautschnitt im Vestibulum (Abb. 50) die vordere und die seitliche Wand des Antrums von der Apertura piriformis bis zur Tuberositas quer über den Jochbeinpfeiler hinweg durchtrennt. Die pterygomaxilläre Fissur bleibt dabei unangetastet (Abb. 51,1). Je nach Befund wird auch hier ein- oder beidseitig verfahren.

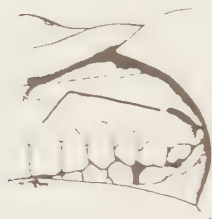


Abb. 50: Die vestibuläre Schleimhautinzision bei der chirurgisch unterstützten Gaumennahterweiterung (nach Timms, 1981).

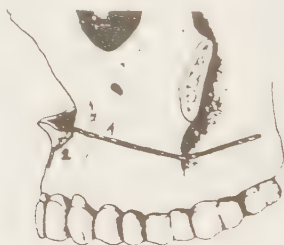


Abb. 51: Die laterale Osteotomie für die Altersgruppe von 30 bis 40 Jahren (1) und für die Altersgruppe über 40 Jahren (1 und 2) bei der chirurgisch unterstützten Gaumennahterweiterung (Timms, 1981).

Über 40 Jahren sollen zusätzlich noch Knochenschnitte, wie sie in den Abbildungen 51,2 und 53,2 bezeichnet sind, durchgeführt werden. Nach einer Schleimhautinzision wird der Knochen vom Eingang

der Apertura piriformis bis zwischen die mittleren Schneidezähne durchtrennt (Abb. 52). Hierbei darf in der Gegend der Zähne nicht tief eingegangen werden. Eine Verbindung zum palatinal gelegenen Knochenschnitt muß auch nicht hergestellt werden.



Abb. 52: Die Schleimhautinzision für Patienten über 40 Jahren bei der chirurgisch unterstützten Gaumennahterweiterung (nach Timms, 1981).



Abb. 53: Die Osteotomieformen für die Altersgruppe von 30 bis 40 Jahren (1) und für die Altersgruppe von über 40 Jahren (1 u. 2) bei der chirurgisch unterstützten Gaumennahterweiterung (nach Timms, 1981).

Die Abbildung 54 zeigt die Ober- und Unterkieferabgüsse einer zu Beginn der Behandlung 49 Jahre alten Frau mit einem linksseitig verengten Oberkiefer, die nach der oben angegebenen chirurgischen Schwächung der knöchernen Strukturen des linken Oberkiefers und einer anschließenden Gaumenschnelldehnung eine Verbesserung des Ausgangsbefundes dokumentieren (Timms, 1981).

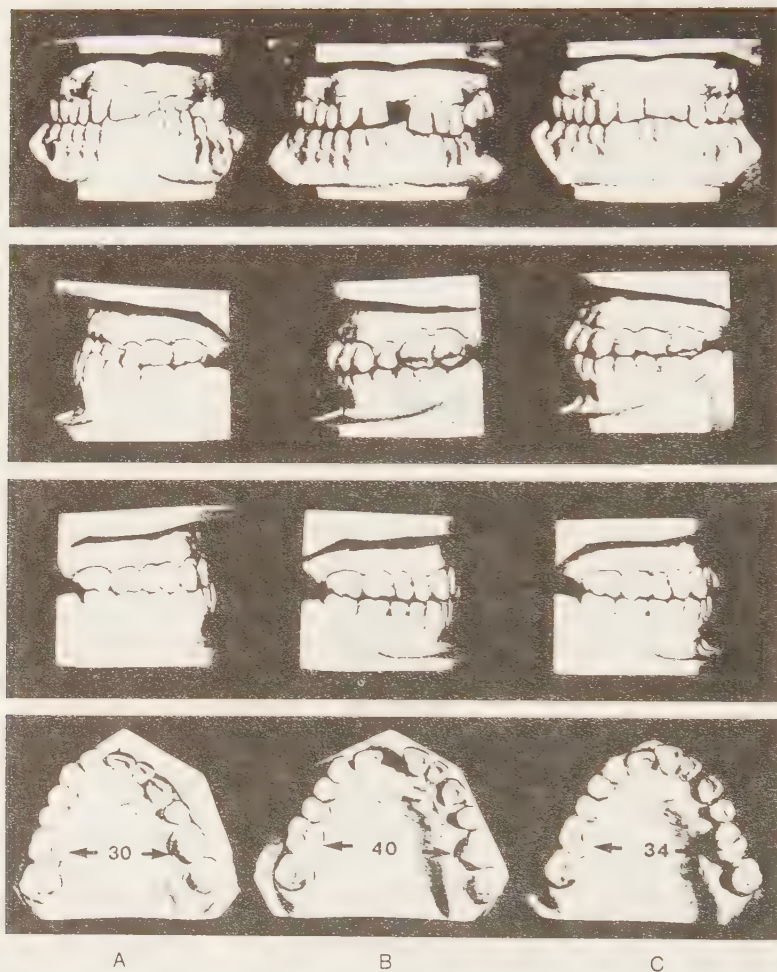


Abb. 54: Kieferabgüsse einer zu Beginn der Behandlung 49 Jahre alten Frau. A= vor der Behandlung; B= nach Osteotomien wie in den Abbildungen 50 und 52 mit "1" und "2" beschrieben, jedoch nur auf der linken Seite und anschließender Gaumenschnelldehnung; C= 1 Jahr nach Beendigung der Retention (Timms, 1981).

5. Verknöcherung der Suturen

Über den Zeitpunkt der Verknöcherung der Gaumennaht herrschte lange Zeit Unsicherheit (Debbane, 1958).

Brödicke (1910; zit. nach Haas, 1965) hat bei den Eskimos das Vorhandensein einer offenen Gaumennaht bis zum Alter von 50 Jahren beschrieben.

Auch nach Wright (1912; zit. nach Debbane, 1958) verknöchert die Gaumennaht bis zum 50. Lebensjahr nicht.

Anhand von Untersuchungen an Trockenschädelpräparaten kam Izard (1920; zit. nach Debbane, 1958) zu dem Schluß, daß die Verknöcherung der Gaumennaht mit dem 18. Lebensjahr beginnt und mit dem 25. Lebensjahr abgeschlossen ist.

Bei den Mädchen setzt sich das transversale Wachstum an der Gaumennaht bis ins 16. Lebensjahr und bei den Jungen bis ins 18. Lebensjahr fort. Die Morphologie der Entwicklung der Gaumennaht zeigt 3 Stadien. Im ersten Stadium ist die Naht kurz, breit und Y-förmig (Abb. 55 A). Im zweiten Stadium ist der Verlauf mehr S-förmig (Abb. 55 B) und im dritten sind die Verzahnungen so stark, daß eine Trennung der zwei Oberkieferhälften ohne Frakturen der verzahnten Fortsätze nicht möglich ist (Abb. 55 C) (Melsen, 1975).

Den histologischen Untersuchungen von Autopsiematerial durch Persson und Thilander (1977) zufolge kann die Gaumennaht schon in der Jugend Obliterationen aufweisen. Im Alter von 15 bis 19 Jahren erscheinen auf weniger als 1% der Nahtlänge Knochenzapfen. Durchschnittlich sind bis zum 25. Lebensjahr 5% der Suturen verknöchert. Die Verknöcherung der Gaumennaht ist

großen individuellen Schwankungen unterworfen. Darüberhinaus konnte festgestellt werden, daß die Gaumennaht zuerst in ihren posterioren Anteilen nach anterior fortschreitend verknöchert, dabei in den oralen Bereichen früher als in den nasalen.

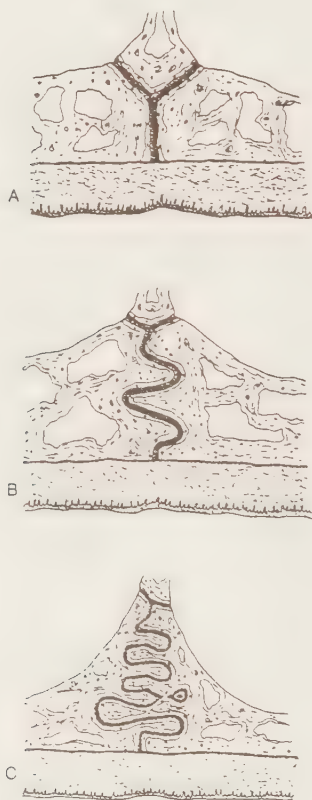


Abb. 55: Morphologische Entwicklung der Gaumennaht. A= frühes, Y-förmiges Stadium; B= juveniles, S-förmiges Stadium; C= spätes, stark verzahntes Stadium (nach Melsen, 1975).

Von den 80 Patienten, bei denen Haas (1965) bis 1965 eine Gaumenschnelldehnung durchführen wollte, hat sich die Gaumennaht lediglich bei 2 Jungen im Alter von 17 und 19 Jahren nicht geöffnet. Die Abbildung 55 zeigt die Kieferabgüsse des 19 Jahre alten Patienten. Nachdem eine Woche lang aktiviert worden war, zeigte sich immer noch keine Lücke zwischen den mittleren oberen Schneidezähnen und die Patienten empfanden Schmerzen. Die Schraube wurde zurückgedreht, bis die Schmerzen nachließen. Nach einer Pause von einer Woche wurde die Schraube langsam wieder aufgedreht, um wenigstens Veränderungen im dentoalveolären Bereich zu erreichen (Abb. 56).

Nicht die Verknöcherung in der Gaumennaht selbst, sondern eine Zunahme der Rigidität sämtlicher Verbindungen des Oberkiefers mit dem Schädel verhindert die gewünschte tiefgreifende Umformung des maxillären Kieferkomplexes (Isaacson u. Murphy, 1964; Isaacson u. Ingram, 1964; Wertz, 1970; Lines, 1975).

Isaacson und Murphy (1964) schließen dies aus der Beobachtung, daß bei den Patienten mit einer Gaumenspalte ebenfalls mit zunehmendem Alter die Gaumenschnelldehnung schwieriger wird.

Den Untersuchungen von Isaacson und Ingram (1964) zufolge weisen die in der Aktivierungsperiode gemessenen an der Apparatur anliegenden Kräfte vor, während und nach der Öffnung der Gaumennaht keine wesentlichen Unterschiede auf. Der Hauptwiderstand liegt also nicht in der Gaumennaht.

Nach den Erfahrungen von Wertz (1970) bietet der ausgewachsene Schädel keinen besonderen Widerstand zum Zeitpunkt der Erweiterung der Gaumennaht. Aber die

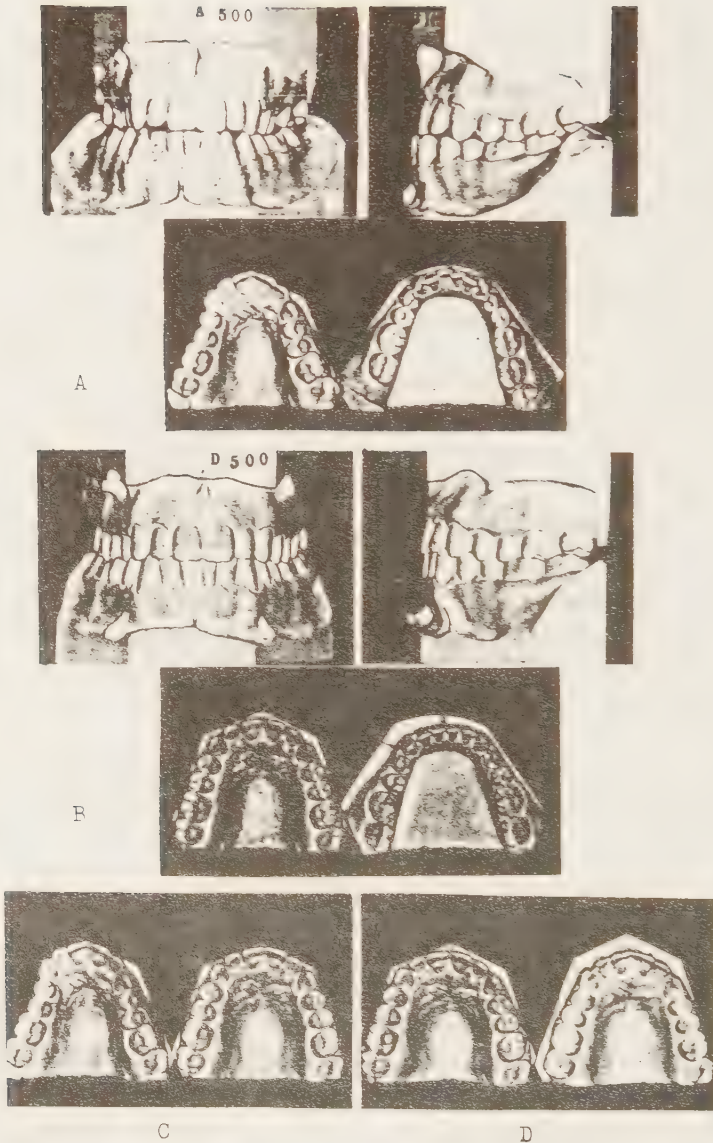


Abb. 56: Kieferabgüsse eines 19 Jahre alten Patienten, bei dem sich die Gaumennaht nicht geöffnet hat. A= vor der Behandlung; B= 16 Jahre später, wobei 3 Monate so aktiviert worden war wie der Patient es vertrug und die Retentionszeit 4 Jahre gedauert hatte; C= verbreiteter Oberkiefer am Ende der Retentionszeit (rechts); D= geringes Rezidiv nach 12 Jahren ohne Retention (nach Haas, 1980).

Festigkeit der übrigen Oberkiefernähte verhindert eine optimale Einstellung der Oberkieferhälften.

6. Abwägen möglicher Gefahren bei der Gaumennaht- weiterung

6.1. Gefahr durch Schäden am Zahnhalteapparat

Im Zuge einer ausgleichenden Extraktionstherapie unterschiedlich lange Zeit nach der Gaumenschnelldehnung sind Zähne zusammen mit dem umgebenden Knochen entfernt und licht- beziehungsweise elektronenmikroskopisch untersucht worden, um möglicherweise durch die Gaumenschnelldehnung am Zahnhalteapparat hervorgerufene Schäden erkennen zu können.

Auf der bukkalen Wurzeloberfläche sind Resorptionen am Zement beobachtet worden (Derichsweiler, 1955; Bayne, Cleall u. Subtelny, 1966; Reitan, 1967; Timms, 1968; Rinderer, 1968; Kvam, 1972; Ohshima, 1972, zit. nach Langford et al., 1982; Wainwright, 1973, zit. nach W. Watson, 1980; Crawford, 1981; Barber u. Sims, 1981; Odenrick, Lilja u. Lindbäck, 1982; Langford u. Sims, 1982; Langford, 1982) und am Dentin (Barber u. Sims, 1981; Odenrick, Lilja u. Lindbäck, 1982; Langford u. Sims, 1982).

Timms und Moss (1971) sowie Barber und Sims (1981) sehen die Resorptionen an Zement und Dentin vorwiegend auf die mesio- und distobukkale Wurzelflächen verteilt. An den palatinalen Wurzelflächen haben Barber und Sims (1981) und Rygh (1973; zit. nach Langford u. Sims, 1982) zusätzliche Resorptionen entdeckt. Nach Rygh werden die palatinalen Resorptionen durch zu große Zugkräfte in diesem Bereich oder durch eine Verbiegung des Dehngerätes hervorgerufen.

Eine Beschränkung der Resorptionen auf das koronale und mittlere Wurzel Drittel haben Barber und Sims (1981) sowie Odenrick, Lilja und Lindbäck (1982) erkannt.

Bei einigen Patienten haben Timms und Moss (1971) auch noch an der Trifurkation der Molaren und im apikalen Wurzel Drittel Resorptionen an Zement und Dentin gesehen. Im Apexbereich sind jedoch Exostosen und Zementauflagerungen die Regel.

Die Milchzähne zeigen stärkere Zementresorptionen als die bleibenden Ankerzähne (Ohshima, 1972; zit. nach Langford u. Sims, 1982).

Die Resorptionen am Zement breiten sich nicht in die Tiefe, sondern in die Peripherie aus, da mit der zunehmenden Resorption der Hartschubstanz die Kraftwirkung nach peripher übertragen wird (Barber u. Sims, 1981; Langford und Sims, 1982).

Auch nach Beendigung der aktiven Dehnung schreiten die Resorptionen an den Hartschubstanzen fort (Wainwright, 1973; zit. nach W. Watson, 1980).

Starke Kräfte lösen die Resorptionen an der Zahnhartsubstanz aus, während schwache Kräfte diese unterhalten. Nach der Gaumenschnelldehnung werden die Zähne in ihrer überkorrigierten Stellung gehalten, so daß die Okklusalkräfte, welche nicht in der Richtung der Zahnachse wirken für ein Fortschreiten der Resorption verantwortlich sind (Reitan, 1967, zit. nach Langford, 1982; Langford, 1982).

Je länger die Ankerzähne in ihrer gedehnten Stellung während der Retention gehalten werden, desto ausge-

prägender sind die Resorptionen (Barber u. Sims, 1981).

Andererseits konnten Langford und Sims (1982) wiederum keine Beziehung zwischen dem Ausmaß der Resorption und der Länge der Retention erkennen.

In den ersten 3 Monaten der Retention ist nach Barber (1981; zit. nach Langford, 1982) und Reitan (1967; zit. nach Langford, 1982) die Resorption am stärksten.

Im Gegensatz zu Barber und Sims (1981) konnten Timms und Moss (1971) an den Zähnen, die nicht in die Apparatur mit einbezogen waren, ebenfalls Resorptionen an der Zahnhartsubstanz feststellen. Diese waren allerdings von geringerem Ausmaß als an den Ankerzähnen.

Im Verlauf der Retention füllen sich die Resorptionslakunen von zentral nach peripher fortschreitend mit Osteozement auf (Derichsweiler, 1955; Rinderer, 1968; Timms und Moss; Barber und Sims, 1981; Langford und Sims, 1982).

Während Rinderer (1968) dies schon als Wiederherstellung normaler parodontaler Bedingungen gewertet hat, fordern Barber und Sims (1981) hierzu eine Wiederrücklagerung der Wurzelhautfasern.

Ein direktes Attachment der parodontalen Fasern haben Crawford (1981) und Langford und Sims (1982) bereits beobachtet.

Kurz nach der Schnelldehnung sind die Wurzelhautfasern zerrissen und unregelmäßig verteilt. Nach einer dreimonatigen Retentionsphase ist wieder eine normale Faserdistribution erkennbar (Bayne, Cleall u. Subtelny, 1966).

Der Knochen in den bukkalen Bereichen des Alveolarfaches zeigt noch am Ende der Retentionszeit Resorptionsbuchten und Unregelmäßigkeiten (Starnbach und Cleall, 1966; Bayne, Cleall u. Subtelny, 1966; Rinderer, 1968; Timms und Moss, 1971).

Schon zu diesem Zeitpunkt, in ausgeprägterem Ausmaß aber erst Monate später, können reparative Vorgänge in Form von Knochenablagerungen festgestellt werden (Bayne, Cleall u. Subtelny, 1966; Rinderer, 1968; Timms und Moss, 1971).

Nach Timms und Moss (1971) zeigt dann eine sogenannte Umkehrlinie im Alveolarknochen das Ende der osteoklastischen und den Beginn der osteoblastischen Vorgänge an. Knochenablagerungen am Alveolarkamm und Resorptionen in der Umgebung der Wurzelspitzen ermöglichen die Aufrichtung der nach bukkal gekippten Zähne in eine stabile Position.

Ein Verlust von 2 mm Wurzellänge wirkt sich nach Phillips (1972; zit. nach Barber u. Sims, 1981) und Zachrisson (1973; zit. nach Barber und Sims, 1981) auf die Lebensdauer und Funktionstüchtigkeit des Gebisses nicht nachteilig aus.

Allerdings haben Barber und Sims (1981) schon eine Resorption von bis zu 4 mm Wurzellänge als Folge einer Gaumenschnelldehnung gesehen.

Greenbaum und Zachrisson (1981) konnten nach der Gaumennahterweiterung mit zahn- und schleimhautgelagerten Apparaten im Vergleich zur Dehnung mit Quad-Helix-Geräten eine Verschlechterung von klinisch verifizierbaren Parametern feststellen. Insbesondere distal und bukkal der ersten oberen Molaren setzte das Weichgewe-

be etwas tiefer an, und der Limbus alveolaris war etwas niedriger. Eine Erklärung hierfür sei, daß die Drehbewegung des Quad-Helix-Gerätes der oft mesial rotierten Stellung der Molaren im verengten Oberkiefer besser angepaßt ist als die streng parallele Öffnungsbewegung der starren Apparate zur Gaumennahterweiterung.

6.2. Gefahr durch Schäden an den beteiligten Gesichtssuturen

Kommen nur schwache Kräfte zum Einsatz, werden die Fasern der Gaumennaht lediglich gespannt und an den Nahträndern wird kontinuierlich neuer Knochen abgelagert (Ziebe, 1930).

Langsame Expansionsmethoden garantieren das Weiterbestehen einer histologischen Integrität der Gaumennaht (Ohshima, 1982; Cotton, 1978; Hicks, 1978; zit. nach Frank, 1982).

Starke Kräfte wie bei der Gaumenschnelldehnung überschreiten die Spannungsfähigkeit des Nahtgewebes und führen zu tiefgreifenden Veränderungen (Ziebe, 1930).

Histologische Untersuchungen über die Auswirkungen der Schnelldehnung auf die Nähte des Schädels sind an Hunden (Ziebe, 1930), Katzen (Debbane, 1958), Ratten (Ten Cate et al., 1977) und Rhesusaffen (Cleall et al., 1965; Linge, 1979) durchgeführt worden.

Unmittelbar nach der Dehnung finden sich Gewebszerreissungen in der Umgebung der Blutgefäße, mit Exsudat angefüllte Defekte und tote Fibroblasten (TenCate et al., 1977).

Die Kollagenfaserbündel sind an der Knochenoberfläche abgerissen und aufgespalten (Debbane, 1958; Cleall et al., 1965; TenCate et al., 1977; Linge, 1979).

Statt der erwarteten Frakturen der Knochenfortsätze, mit denen die Nahtränder ineinander verzapft sind, haben lediglich Deformierungen stattgefunden, wodurch einige Blutgefäße abgeklemt worden sind (Linge, 1979).

Entlang der Knochenränder ist die weitgehend intakte Osteoblastenreihe (TenCate et al., 1977) durch osteoklastenreiche Resorptionslakunen unterbrochen (Cleall et al., 1965).

In weniger betroffenen Nahtabschnitten ist eine erhöhte Fibroblastentätigkeit und gleichzeitig eine erhöhte Zellteilungsrate bei den Fibroblasten zu verzeichnen (Ten Cate et al., 1977).

Stärker betroffene Nahtabschnitte zeigen Anzeichen einer chronischen Entzündung (Debbane, 1958). Makrophagen und Pionierfibroblasten sind eingewandert (TenCate et al., 1977).

Im Verlauf der Zeit löst eine verstärkte fibroblastische Tätigkeit die Abbauvorgänge im Nahtgewebe ab (Debbane, 1958; Cleall et al., 1965; TenCate et al. 1977; Linge, 1979).

Die Fasern und Zellen sind dabei, der Spannungsrichtung folgend, im Nahtspalt transversal angeordnet (TenCate et al., 1977).

An den Nahträndern werden zuerst Kalziumsalze abgelagert. Dann bildet sich Knochen mit zunächst irregulärem Muster (Debbane, 1958; Cleall et al., 1965; Ten-

Cate et al., 1977; Linge, 1979). Dessen Fasern richten sich im fortgeschrittenen Stadium gemäß dem Spannungsverlauf senkrecht zu den Lamellen des bestehenden Knochens aus (Debbane, 1958; TenCate et al., 1977).

Die Schichten, welche die Naht überbrücken, bleiben intakt und zeigen lediglich eine verstärkte Fibroblastentätigkeit (TenCate et al., 1977). Debbane (1958) hat allerdings eine gewisse Desorganisation und eine ödematöse Schwellung im Bindegewebe festgestellt.

Als Grünholzfraktur hat Derichsweiler (1955) den Vorgang der Gaumennahterweiterung beschrieben. Wie regelmäßige Röntgenaufnahmen zeigen, füllt sich der Defekt allmählich wieder mit Knochen auf (Derichsweiler, 1955; Haas, 1959).

Sechs Monate nach der Dehnung konnten Cleall, Bayne, Posen und Subtelny (1965) Hinweise auf eine vorausgegangene Gaumenschnelldehnung nur noch in Form einer höheren Zelldichte und einer stärkeren Konsolidierung der knöchernen Interdigitationen feststellen.

Eine größtmögliche Aktivität kann nach Timms (1981) in der Gaumennaht nur durch eine schnelle Dehnung erreicht werden. Lediglich das unerwartete Auftreten von Schmerzen kann als Anhaltspunkt für ein zu brüskes Vorgehen dienen.

Schwarz (1954), Reichenbach (1955) und Gerlach (1956) geben zu bedenken, daß die Gaumennahterweiterung ein Trauma im Bereich eines Wachstumszentrums schafft, dessen Bedeutung für die Entwicklung der Nase gar nicht abgeschätzt werden kann.

6.3. Gefahr durch Schaden an der Pulpa der Ankerzähne

Nach der Gaumennahterweiterung zeigte keiner der Zähne, die extrahiert und histologisch untersucht worden waren, eine entzündliche oder degenerative Veränderung des Pulpagewebes (Derichsweiler, 1955; Watson, 1980).

Timms und Moss stellten im Jahre 1971 auf dem Pulpaboden von Zähnen, auf denen ein Schnelldehngerät befestigt war direkt an der Trifurkation in einem begrenzten Bereich Sekundärdentinablagerungen fest. Auch an den Innenwänden der Wurzelkanäle und bei den Prämolaren an beiden Seitenwänden fanden sich Ablagerungen von Sekundärdentin. Pathologische Einwirkungen, wie zum Beispiel Karies, konnten ausgeschlossen werden. Einige Ankerzähne wiesen im Pulpakavum Pulpasteine auf, drei Zähne im Pulpakanal.

6.4. Gefahr durch Bukkalkippung der Zähne

Die Gaumennahterweiterung wird von einer Bukkalkippung der Ankerzähne begleitet (Serlach, 1954; Rinderer, 1966; Ekström, Henrikson u. Jensen; 1977).

Je langsamer dabei aktiviert wird, desto starker werden die Zähne extrudiert und einer orthodontischen Bewegung unterworfen (Wertz, 1970).

Im Vergleich zum Gewinn an Zahnbogenbreite nimmt sich jedoch das Ausmaß der Zahnkippung gering aus und ist deshalb erträglich (Rinderer, 1966).

Im Anschluß an die Dehnung richten sich die gekippten Zähne sowieso wieder auf (Ekström et al., 1977).

Starnbach, Cleall, Bayne und Subtelny (1966) bestätigen die Auffassung von Derichsweiler (1955), wonach die Zähne relativ zu den Alveolarfortsätzen nicht gekippt werden. Vielmehr bewegen sich die Oberkieferhälften gemeinsam mit den Zähnen.

Nach Graber (1969; zit. nach Langford u. Sims, 1982) werden die Ankerzähne nur bei unangemessener Anwendung der Gaumenschnelldehnung gekippt.

Eine möglichst starre Verbindung zwischen der Schraube und dem Verankerungselement am Zahn soll nach Haas (1960, 1965), Timms und Moss (1971) sowie Brogan (1977) eine Bukalkippung verhindern.

6.5. Gefahr durch Einwirkung zu großer Kräfte

Bei der "semirapiden Dehnung" nach Mew (1977) wird der Oberkiefer mit Hilfe eines "Bioblockes" (Abb. 8) pro Tag etwa 0,2 mm gedehnt.

Eine mit Bändern befestigte Kunststoffplatte erweitert bei der "langsamen Dehnung" nach Chateau (1975) den Oberkiefer um etwa 0,4 mm pro Tag.

Zur "schnellen Dehnung" verwendet Chateau (1975) ein Gerät, das im Vergleich zu dem bei der langsamen Dehnung stabiler ausgelegt ist. Am zweiten Tag nach dem Zementieren des Gerätes wird die Schraube je eine Vierteldrehung zwei- bis dreimal pro Tag im Abstand von 5 bis 6 Stunden aktiviert, bis ein Spannungsgefühl aber kein Schmerz auftritt. Vorzuziehen ist es, noch öfter zu aktivieren, aber dann nur jedes Mal eine Achtel- bis Vierteldrehung der Schraubspindel auszuführen. In der dritten bis sechsten Sitzung ist der knö-

cherne Widerstand gebrochen und die Schraube läßt sich leichter öffnen. Die Spindel der Schraube wird dann von den Eltern des Patienten drei- bis viermal täglich um eine Viertelumdrehung weitergestellt.

Die "ultrarapide Dehnung" nach Chateau (1975) erfordert eine Untersuchung der Blutungszeit und gegebenenfalls eine entsprechende Medikation, eine Prämedikation mit einem Beruhigungsmittel und eine Infiltrationsanästhesie in der Umgebung der mittleren oberen Schneidezähne. Das Gerät muß zu diesem Zeitpunkt bereits fest zementiert sein. Nach Wirkungseintritt der örtlichen Betäubung wird aktiviert. Die drei ersten Vierteldrehungen der Schraubspindel gehen leicht vonstatten; die folgenden erfordern mehr Kraft. Man muß immer wieder 2 bis 3 Minuten warten, bevor man die Spindel weiterdrehen kann. In der Regel wird der Widerstand bei einer Schraubenöffnung von 2 bis 3 mm so groß, daß die Aktivierung abgebrochen werden muß. Bei der zweiten Sitzung ist unbedingt eine Lokalanästhesie notwendig, da die Aktivierung ansonsten sehr schmerzhaft ist. Dieser Sitzung, bei der etwa um weitere 3 mm gedehnt wird, kann noch eine dritte folgen. Diese ist dann meist nicht mehr schmerzhaft und verschafft einen nochmaligen Breitengewinn von circa 3 mm.

Nach den Hinweisen in der Literatur wird üblicherweise pro Tag eine zweimalige Aktivierung der Spindel um je eine Viertelumdrehung empfohlen. Eine Vierteldrehung macht 0,2 mm Erweiterung aus, da bei den meisten Schrauben eine volle Umdrehung einer Verbreiterung von 0,8 mm gleichkommt.

Zimring und Isaacson geben durch ihre in den Jahren 1964 und 1965 durchgeführten Untersuchungen Auskunft über die Kräfte, die bei der Gaumennahterweiterung auftreten. Nach den Darlegungen dieser Autoren soll die

Kraft, die jede Aktivierung hervorruft, zunächst als "potentielle Energie" in der Apparatur gespeichert werden. Das Gesichtskelett gibt nicht sofort nach, sondern erst mit einem gewissen Zeitverzug.

Durch die Bewegung der Oberkiefersegmente nimmt die Einwirkung der Kraft ab. Diese Kraftabnahme vollzieht sich nicht gleichmäßig, sondern beginnt Sekunden nach der Aktivierung massiv - denn 30 bis 50 % der aufgewendeten Kraft sind nach den ersten 15 Minuten nicht mehr nachzuweisen. In den folgenden 24 Stunden läßt die Krafteinwirkung ständig nach. Der Umstand, daß die Kräfte aus weiteren Aktivierungen nicht in ähnlicher Weise abnehmen, wurde als ständige Zunahme des Gewebswiderstandes gewertet.

Die Hypothese, das Gesichtskelett biete mit zunehmendem Alter wesentlich größere Widerstände gegenüber der Dehnung (Isaacson et al., 1964; Subtelny, 1954), ist dadurch bestätigt worden, daß beim ältesten Patienten größere Gesamtkräfte bei einer geringeren Anzahl von Aktivierungen auftraten, die Kraftabnahme eine längere Zeit in Anspruch nahm und größere Residualkräfte zu verzeichnen waren als bei den jüngeren Patienten. Ein optimaler Aktivierungsmodus soll nur so rasch zusätzliche Kräfte hervorrufen, wie das Gesichtskelett durch eine physiologische Bewegung wieder abbauen kann. Eine zweimalige Aktivierung pro Tag, wie sie üblicherweise in der Literatur vorgeschlagen wird, ruft in der frühen Behandlungsphase bei allen Patienten Residualkräfte hervor. In Übereinstimmung mit dem vorher Gesagten empfehlen Zimring und Isaacson, die Spindel der Schraube bei den jüngeren Patienten an den ersten 4 bis 5 Tagen zweimal und dann bis zum Behandlungsende nur noch einmal täglich um eine Viertelumdrehung weiterzudrehen. Bei den älteren Patienten soll man aufgrund des erhöh-

ten Gewebewiderstandes nur zweimal täglich eine Viertelumdrehung der Schraubenspindel an den ersten beiden, einmal täglich an den darauffolgenden 5 bis 7 Tagen und dann einmal täglich je nach dem Befinden des Patienten weiterdrehen.

6.6. Gefahr durch die Bewegung des Oberkiefers nach ventral

Die Verschiebung des Oberkiefers nach vorne, die mit der Schnelldehnung einhergeht, verschlechtert eine Verzahnung vom Typus der Angle-Klasse II (Haas, 1965; Wertz, 1970; Timms, 1974; Mew, 1977). Mit Hilfe von extraoralen Zügen (Davis u. Kronman, 1969; Haas, 1970; Mew, 1977) oder von funktionskieferorthopädischen Apparaten (Timms, 1974; Mew, 1977) kann versucht werden, nach der Beendigung der aktiven Dehnung dieser Reaktion entgegenzuwirken.

6.7. Gefahr durch die Bewegung des Oberkiefers nach kaudal

Die bei der Mehrzahl der Gaumenschnelldehnungen eintretende Bewegung des Oberkiefers nach unten zwingt den Unterkiefer zu einer Öffnungsbewegung. Der Grundebenenwinkel vergrößert sich. Der B-Punkt rotiert nach posterior. Ein knapper Schneidezahnüberbiß, ein skelettal offener Biß (Frevert-Boelcke, 1954; Haas, 1965; Rinderer, 1966; Davis u. Kronman, 1969; Wertz, 1970, 1977; Hauenstein, 1980; Timms, 1981; Langford u. Sims, 1982) und ein Rückbiß des Unterkiefers (Wertz, 1970) werden dadurch verschlimmert.

Eine mögliche Extrusion der Ankerzähne der Apparatur während der Dehnung verstärkt die Bißöffnung im anterioren Bereich noch zusätzlich (Wertz, 1970; Timms, 1980). Je mehr Zähne jedoch zur Verankerung des Gerätes dienen, desto weniger wird der einzelne Zahn extrudiert (Timms, 1981).

Durch das Tragen einer Kopf-Kinn-Kappe können nach Abschluß der aktiven Dehnung die genannten Begleiterscheinungen der Gaumennahterweiterung wieder beseitigt werden (Wertz, 1970; Haas, 1970, 1980), soweit nicht schon selbständig eine Verbesserung eintritt (Wertz, 1977).

6.8. Gefahr bei der Gaumennahterweiterung im Vergleich zum chirurgischen Vorgehen

Beim Ausbleiben der Öffnung der Gaumennaht potenzieren sich die oben beschriebenen Gefahren (Haas, 1965).

Mit einem kombiniert chirurgisch-kieferorthopädischen vorgehen kann diesen Gefahren begegnet werden (Heiß, 1954; Kföle, 1959; Converse, 1969; Lines, 1972; Kennedy, 1976; Jacobs et al., 1980; Timms, 1981).

Nach Jacobs und Bell (1980) werden bei einem Mangel an intermolarer Breite von mehr als 14 mm die physiologischen Grenzen eines chirurgischen Eingriffes nach der Art einer unteren LeFort-I-Fraktur oder eines Eingriffes von ähnlichem Ausmaß überschritten. Hier kann der Gefahr einer vaskulären Beeinträchtigung der Osteotomiesegmente mit dem kombinierten Vorgehen aus lateralen Knocheninzisionen und der Gaumenschnelldehnung vorgebeugt werden.

Der Jochbeinpfeiler bietet den größten Widerstand gegen die Gaumennahterweiterung. Eine Durchtrennung der

Kortikalis in diesem Bereich, wie sie in der Abbildung 57 angedeutet ist, erleichtert die anschließende kieferorthopädische Behandlung, mit der nach der Abheilung der Inzision von Schleimhaut und Periost begonnen werden kann. Die Fissura pterygomaxillaris bleibt dabei unangetastet, weil hier die Gefahr einer Verletzung des Plexus pterygoideus und der absteigenden Gaumenarterie besteht (Heiß, 1954; Köle, 1959; Converse, 1969; Lines, 1975; Kennedy et al., 1976; Timms, 1981) (siehe auch Abb. 60 C).



Abb. 57: Bukkale Kortikotomie (nach Köle, 1959).



Abb. 58: Palatinal Kortikotomie (nach Köle, 1959).

Während Köle (1959) und Converse (1969) sich mit einer zusätzlichen Schwächung der Kortikalis des Alveolarfortsatzes auf der palatinalen Seite begnügen, wie dies die Abbildung 58 zeigt, fordert Lines (1975) auch noch eine Inzision des harten Gaumens, wie sie aus den Abbildungen 59 und 60 B zu ersehen ist. Der

Schnitt durch das Mukoperiost beginnt hier zur Schonung der nasopalatinalen Nerven und Gefäße erst distal der Papilla inzisiva. Auch die Knocheninzision läßt den Bereich um das Foramen inzisivum und davor unange- tastet. Die Knochenfräse wird geneigt und trennt zu- erst die eine und dann die andere Seite der Nasen- scheidewand und des Vomer vom Oberkiefer (Abb. 59). Der Eingriff wird in Lokalanästhesie nach entspre- chender Prämedikation durchgeführt. Die Blutung hält sich in Grenzen. Keiner der Patienten benötigte eine Bluttransfusion. Eine vorgefertigte Kunststoffplatte deckt dann die vernähte Wunde ab. Nach 2 bis 3 Wochen kann die Gaumenschnelldehnung durchgeführt werden (Abb. 60 D,E,F,G u. H).

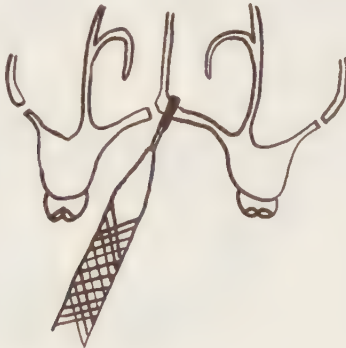


Abb. 59: Durchtrennung der Gaumennaht (nach Lines, 1975)

Eine Verbindung der bukkalen mit der palatinalen In- zision zwischen dem Eckzahn und dem ersten Prämolaren hindurch erleichtert das kieferorthopädische Vorgehen zusätzlich (Köle, 1959; Lines, 1975). In den Abbil- dungen 57 und 58 ist diese Verbindungsinzision als ge- strichelte Linie gekennzeichnet. Lines empfiehlt zu- dem, vor dem operativen Eingriff eine Modelloperation durchzuführen (Abb. 61).

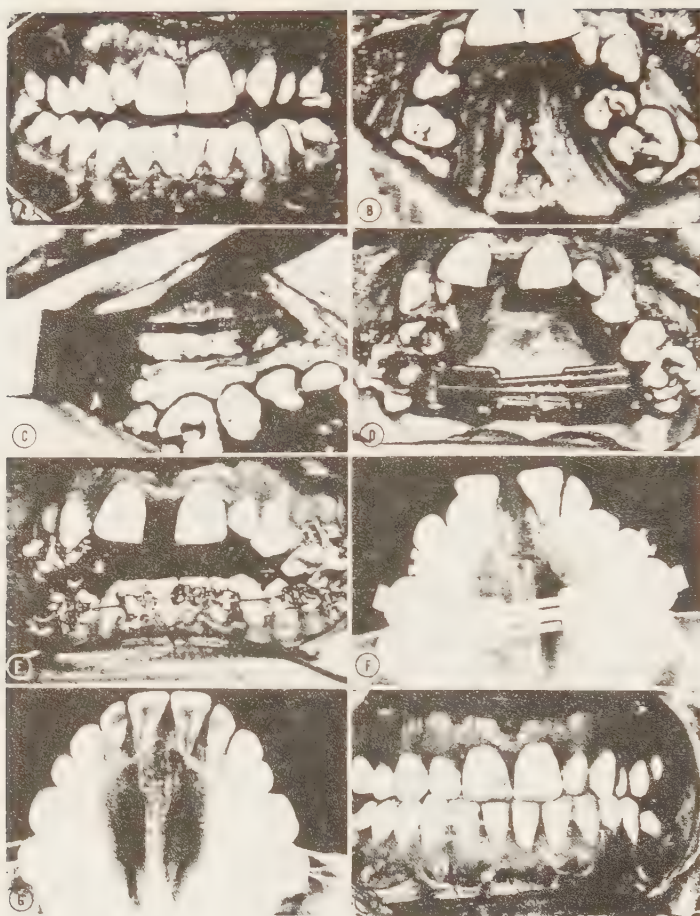


Abb. 60: Gebiß eines 18 Jahre alten Mädchens. A= vor der Behandlung mit einem skelettal bedingten frontal offenen Biß, einem verengten Oberkiefer und einer maxillären Retrusion; B= palatinale Inzisionen; C= Knochenschnitt quer über den Jochbeinpfiler; D= nach dreiwöchiger Aktivierung erreichte Dehnung; E= Okklusion nach dreiwöchiger Aktivierung; F= okklusale Trennungsfahre nach dreiwöchiger Aktivierung; G= okklusale Röntgenaufnahme am Ende der Retentionszeit; H= am Ende der Behandlung (nach Lines, 1975).

Fimms (1981) macht das Ausmaß der Osteotomie vom Alter des Patienten abhängig (siehe "Gaumennahterweiterung in bezug auf das Alter des Patienten").

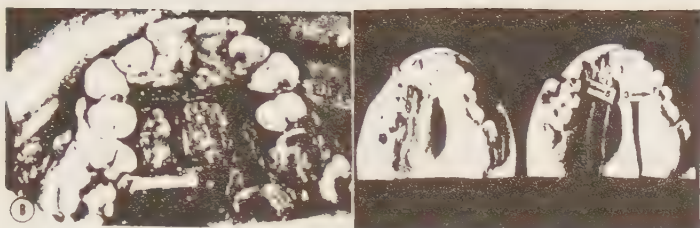


Abb. 61 : Links= palatinale Inzisionen in der Mitte des Gaumens und zwischen dem Eckzahn und Prämolaren hindurch; rechts= Modelloperation (nach Lines, 1975).

Beim rein chirurgischen Vorgehen nach Steinhauser (1972) sind ausgedehntere Weichteil- und Knochenschnitte notwendig, weil die Osteotomiesegmente völlig beweglich gemacht werden müssen. Eine Durchtrennung der pterygomaxillären Verbindung und des Bereiches vor dem Canalis incisivus ist unumgänglich. Die Gaumenschleimhaut muß nach einem Zahnfleischrandschnitt vollkommen abgelöst werden. Hinzu kommt noch eine labiale Weichteil- und Knochenzinziehung zwischen den oberen mittleren Schneidezähnen, wobei die Gefahr der Verletzung der Wurzeln dieser Zähne besteht. Dem Blutverlust von ungefähr 500 bis 1000 ml stehen 200 bis 300 ml Verlust beim kombiniert chirurgisch-kieferorthopädischen Vorgehen gegenüber. Statt einer Lokalanästhesie ist eine Allgemeinnarkose erforderlich. Der Patient muß beim rein chirurgischen Vorgehen in der Regel eine zygomaticomaxilläre Aufhängung mit einer intermaxillären Fixation für 4 bis 6 Wochen über sich ergehen lassen und darüberhinaus ebenfalls eine Retentionsplatte für etwa 6 Monate tragen.

der Schleimhaut abzeichnen und wartet die Abheilung ab. Mundbäder mit einem pulsierenden Wasserstrahl sollen vorbeugen.

Bei einem Patienten ist der Alveolarfortsatz während der Gaumenschnelldehnung frakturiert (Chateau, 1975).

Aufgrund einer unterschiedlichen Rigidität der Skelettstruktur kann die Gaumennahterweiterung zu einer einseitig stärker ausgeprägten Dehnung des Oberkiefers führen. Hier muß dann die Unterkieferfunktion sorgfältig geprüft und die Okklusion entsprechend angepaßt werden (Wertz, 1970).

7. Indikation unter Berücksichtigung der Rezidivneigung

7.1. Stabilität des Behandlungsergebnisses aus kieferorthopädischer Sicht

7.1.1. Stabilität im Bereich der vergrößerten apikalen Basis

Die vergrößerte apikale Basis bleibt nach der Gaumennahterweiterung stabil (Gerlach, 1956; Thörne, 1960; Krebs, 1964; Ekström, Henrikson und Jensen, 1977; Devenish und Foster, 1982) oder verbreitert sich danach sogar noch (Thörne, 1960; Rinderer, 1966; Hershey, Stewart und Warren, 1976; Timms. 1981).

Eine Breitenzunahme der apikalen Basis während der Retention ist auf eine Aufrichtung der nach bukkal gekippten Zähne zurückzuführen. Infolge der Biegespannung im Gerät wandern die Wurzelspitzen nämlich nach bukkal (Rinderer, 1966; Hershey, Stewart u. Warren, 1976; Timms, 1981). Auch das natürliche Wachstum kann zu der Aufrichtung der Zähne beitragen (Krebs,

1964; Rinderer, 1966; Abb. 62).



Abb. 62: Zunahme des Abstandes der palatinalen Wurzelspitzen der Sechsjahrmolaren bei einem Jungen, der zu Beginn der Behandlung 9 Jahre alt war, dargestellt an Hand von einer schematischen Darstellung von okklusalen Röntgenaufnahmen. A= bei Behandlungsbeginn, B= unmittelbar nach der Gaumennahterweiterung, C= nach Beendigung der Retention, D= 6 Jahre später (Rinderer, 1966).

Sind die beiden Oberkiefersegmente einmal weit genug von einander entfernt, verhindern die gezähnten Oberflächen der ossären Suturen einen Rückfall (Devenish u. Foster, 1982). Wird überhaupt keine oder eine zu kurze Retentionsphase durchgeführt, nimmt die Breite der apikalen Basis ab (Thörne, 1960).

Ein geringgradiges Rezidiv zu Beginn der Retentionsphase, das schnell wieder zum Stillstand kommt, beeinflusst auf lange Sicht die Stabilität der Oberkieferweite nicht. Zu diesem Schluß kommt Krebs (1964) nach einer langjährigen Nachuntersuchung von Patienten, die mit Hilfe einer Gaumennahterweiterung behandelt wurden, durch die Metall-Implantations-Methode nach Björk (1955).

Nach Vertz (1970) hängt das Verhalten der apikalen Paris während der Retention sehr von der Art des angewandten Gerätes ab (siehe "Retentionszeit und Retentionsgerät").

7.1.2. Stabilität im Bereich des vergrößerten Zahn- bogens

Die Breite des vergrößerten Zahnbogens nimmt schon nach der aktiven Dehnung und erst recht nach Beendigung der Retentionszeit ständig ab (Skieller, 1964; Press, 1964; Haas, 1965; Ekström, Henrikson u. Jensen, 1977; Linder-Aronson u. Lindgren, 1979; Bell u. LeCompte, 1981) (Abb. 63).

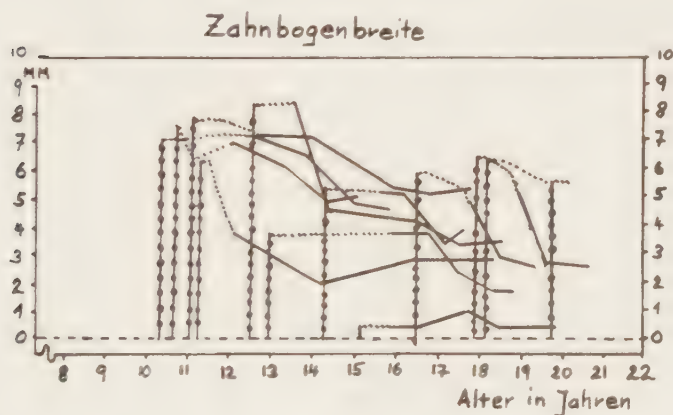


Abb. 63: Das Verhalten der Zahnbogenbreite in Millimetern während der Baumstammhalterweiterung (◆◆◆◆), während der Retention (.....) und in der darauffolgenden Zeit ohne Gerät (—) in Abhängigkeit vom Alter in Jahren (nach Krebs, 1964).

Es muß jedoch bedacht werden, daß die transversale Verengung der Zahnbögen während des zweiten Dezen-

niums ein physiologischer Vorgang ist, der mit der vertikalen Gebißentwicklung einhergeht. Die nach einer Gaumennahterweiterung gemessene Verringerung der transversalen Abmessungen kann also nicht ausschließlich als Rezidiv der therapeutischen Zahnbogenerweiterung gewertet werden.

Haas (1965) überdehnt den oberen Zahnbogen, um den nach bukkal gekippten Zähnen ein Aufrichten nach palatinal erlauben zu können.

Zu Beginn der Gaumennahterweiterung vergrößert sich der Winkel zwischen der Zahnlongsachse und der Vertikalen (Abb. 64,1). Während einer genügend langen Retention soll sich die Zahnachse bei unveränderter Stellung der Zahnkrone aufrichten (Abb. 64,2) (Timms, 1981).

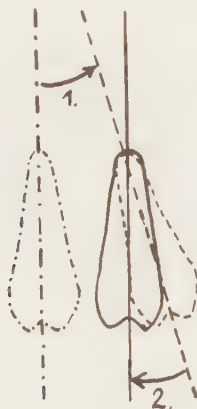


Abb. 64: Verhalten der ursprünglichen Zahnachsenneigung (---) während der aktiven Dehnung (1) und während des kontrollierten Rezidivs (2). - - - = Zahnachsenneigung nach der aktiven Dehnung; — = Zahnachsenneigung nach der Retentionsphase (nach Timms, 1981).

7.1.3. Stabilität des Ergebnisses der Gaumennahterweiterung in Bezug auf die Okklusion

Haas (1965) brachte das Verhalten des Oberkiefers nach der Gaumennahterweiterung bezüglich der BiR-art auf die kurze Formel: "Bei der Klasse III bleibt der Oberkiefer vorne, bei der Klasse II wandert er wieder nach hinten."

Auch Wertz stellte 1977 fest, daß das Behandlungsergebnis nach der Gaumennahterweiterung beim Vorhandensein einer Klasse III - Okklusion stabiler ist als bei einem anderen Okklusionstypus.

7.2. Stabilität des Ergebnisses der Gaumennahterweiterung aus hals-, nasen- und ohrenärztlicher Sicht

Bei einer Nachkontrolle von Patienten, die mit der Gaumennahterweiterung behandelt worden sind, stellte Mela (1933; zit. nach Frevert-Boelcke, 1954) fest, daß die anfangs schnell eingetretene Verbesserung der Nasenatmung nach 1 bis 2 Jahren bei 10 von 100 seiner Patienten im Alter von 10 bis 14 Jahren nicht mehr bestätigt werden konnte.

Auf eine Erweiterung der Nasenhöhle von 0,4 bis 5,7 mm mit Hilfe der Gaumennahterweiterung war während der ein- bis zweijährigen Retentionszeit eine Zunahme der Nasenhöhlenbreite von bis zu 2,9 mm erfolgt (Thörne, 1960).

7.3. Retentionszeit und Retentionsgerät

Retentionsperioden, die länger als der Einfluß rezidivierender Krafteinwirkung andauern, dienen zwar dem Erhalt der vergrößerten Zahnbogenform, sind aber mit dem Risiko einer fortschreitenden Wurzelresorption behaftet (Zimring und Isaacson, 1965).

Die Rezidivneigung soll nach Brogan (1977) erst 3 Monate und nach Barber und Sims (1981) frühestens 9 Monate nach der Gaumennahterweiterung vollständig erloschen sein.

Die gesamte Retentionszeit soll mindestens 1 Jahr betragen, da sonst ein Rezidiv unvermeidbar ist (Timms, 1968, 1974; Storey, 1973; Brogan, 1977).

Nach einer 3 Monate langen Retentionszeit kann das Gerät zur Gaumennahterweiterung entfernt und durch eine herausnehmbare Retentionsplatte ersetzt werden (Thörne, 1960; Krebs, 1964; Timms, 1968; Wertz, 1970; Storey, 1973; Ekström et al., 1977; Brogan, 1977).

Während der ersten Phase der Retention soll ein absolut starres Gerät verwendet werden, das heißt ein Apparat, der mindestens Kräften bis zu 11 kp standhalten und die Achsenneigung der Zähne aufrechterhalten kann. Diese Forderungen erfüllt nur der zur Gaumennahterweiterung verwendete Apparat (Zimring u. Isaacson, 1965).

Wird zur Retention ein Drahtbogengerät oder ein rein parodontal gelagertes Gerät verwendet, so muß nach Haas (1970) und Wertz (1970) mit einer teilweisen

Einbuße an der erreichten Nasenraum- und Kieferbasenbreite gerechnet werden, während die Zähne in der erreichten Stellung gehalten werden. Die im Knochen vorhandenen Residualkräfte drängen die Oberkieferhälften nach medial, gegen die Bukkalflächen der Ankerzähne, die durch die Apparatur fixiert sind. Diese Relativbewegung der Zähne führt zu einer Resorption des bukkalen Alveolarknochens. Halten aber Kunststoffplatten die knöchernen Anteile der Oberkieferhälften durch Druck auf die Wände des Gaumengewölbes an Ort und Stelle, werden die vorgenannten Nachteile vermieden.

Im Anschluß daran braucht eine herausnehmbare Gaumenplatte nur einige Monate ganztägig und danach lediglich nachts getragen werden (Thörne, 1960; Krebs, 1964; Wertz, 1970; Timms, 1968; Ekström et al., 1977; Ergan, 1977). Die herausnehmbare Gaumenplatte kann für eine eventuell notwendige Weiterbehandlung sehr hilfreich sein (Timms, 1974).

Die Stabilität des kieferorthopädischen Behandlungsergebnisses ist gefährdet, solange eine Obstruktion des Nasopharynx immer noch zur Mundatmung zwingt und somit das muskuläre Gleichgewicht im Kieferbereich gestört ist. Bis zur chirurgischen Entfernung oder der allmählichen Atrophie der adenoiden Wucherungen mit dem Eintritt in das Erwachsenenalter ist eine Retention anzuraten (Subtelny, 1954).

Bei seinen chirurgisch unterstützten Gaumenschnelldehnungen bei Erwachsenen führte Lines (1975) wie bei der Gaumennahterweiterung bei heranwachsenden Kindern eine 3 bis 6 Monate lange Retention durch.

Haas (1970) hat den sogenannten "maxillary orthopedic crib" entwickelt (Abb. 65 rechts). Mit diesem Reten-

tionsgerät, das den Patienten weniger stark behindert als das Schnelldehngerät (Abb. 65 links) kann der gedehnte Oberkieferkomplex während der Retentionszeit durch extraorale Züge entweder nach vorne oder nach hinten bewegt werden. Der Vorteil liegt darin, daß die angreifende Kraft auf mehrere Zähne im Prämolaren- und Molarenbereich verteilt wird. Die Seitenzähne werden dabei nicht so stark extrudiert wie wenn der extraorale Zug lediglich auf die ersten Molaren einwirkt.



Abb. 65: Links= Gerät zur Gaumenschnelldehnung; rechts= maxillary orthopedic crib (nach Haas, 1970).

7.4. Überexpansion

Die Überexpansion ermöglicht einerseits die Kompensation der transversalen Rückentwicklung andererseits ein Aufrichten der bei der Gaumennahterweiterung nach bukkal gekippten Zähne und nach außen gebogenen Alveolarfortsätze (Thörne, 1960; Haas, 1965, 1980; Zimring u. Isaacson, 1965; Timms, 1968; Wertz, 1970; Brogan, 1977; Mew, 1977; Bell u. LeCompte, 1981).

Dabei empfiehlt Timms (1968) eine Überexpansion um ein Drittel mehr als es zur Korrektur der Beziehungen der Okklusalf Flächen der Zähne notwendig ist.

Wenn die Okklusalf Flächen der oberen palatinalen Höcker auf die lingualen Abhänge der unteren bukkalen

Höcker treffen, betrachten Bell und LeCompte (1981) die Dehnung als ausreichend.

Haas (1980) gibt sich mit dem Ausmaß der Zahnbogen-erweiterung erst dann zufrieden, wenn der obere Zahnbogen den unteren vollkommen umfaßt.

Durch eine umsichtige Überexpansion kann die Zeit, in der eine Retention mit einem festsitzenden Gerät durchgeführt werden muß, verkürzt und mit der orthodontischen Therapie früher begonnen werden (Zimring und Isaacson, 1965).

Auch bei älteren Patienten mit Schwierigkeiten bei der Öffnung der Gaumennaht strebt Haas (1970) eine Überexpansion an, die er hier allerdings erst nach 2 bis 3 Monaten erreicht.

Mew (1977) läßt bei der Überexpansion Vorsicht geraten sein, da ein Ausbleiben des Rezidivs überschüssigen Platz zurücklassen kann.

7.5. Rezidiv und Kräftegleichgewicht

Das Erreichen eines Kräftegleichgewichtes im Bereich der Kaumuskeln und der mimischen Muskulatur ist die beste Voraussetzung für die Stabilität des Behandlungsergebnisses (Gerlach, 1954; Mew, 1977; Haas, 1980; Thilander, 1980).

Je besser die Basen von Ober- und Unterkiefer aufeinander abgestimmt sind, um so ausgewogener ist die Muskelbalance im orofacialen Bereich und um so geringer ist die Gefahr eines Rezidivs (Haas, 1980).

Eine okklusale Blockierung durch eine möglichst gute Anpassung des oberen Zahnbogens an den unteren vermindert die Rezidivneigung ebenfalls (Thilander, 1980).

Solange Zungen- und Lippengewohnheiten bestehen, kann nicht mit einer Stabilität des Behandlungsergebnisses gerechnet werden (Mew, 1977).

7.6. Rezidiv und bei der Dehnung angewandte Kraft

Zimring und Isaacson (1965) haben die Kräfte, die bei der Gaumennahterweiterung auftreten, mit Hilfe der in Abbildung 66 dargestellten Apparatur untersucht. Dabei ist eine Hälfte der Kunststoffplatte des auf den Zähnen abgestützten Apparates durch ein elektrisches Druckmeßgerät ersetzt. Auf der einen Seite ist dieses Druckmeßgerät an das Gehäuse der Dehnschraube und auf der anderen Seite an die Gußkappen gelötet.

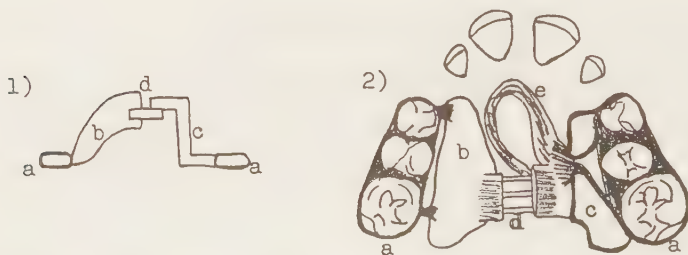


Abb. 66: Apparatur zur Untersuchung der Kräfte, die bei der Gaumennahterweiterung auftreten in sagittaler Ansicht (1) und in der Aufsicht (2); a= Gußkappen, b= Kunststoffkörper, c= elektrisches Druckmeßgerät, d= Dehnschraube, e= wasserdicht verpacktes Anschlußkabel (nach Zimring u. Isaacson, 1965).

Wie das Diagramm am Beispiel eines 15 Jahre und 6 Monate alten Mädchens zeigt, verursacht die Erweiterung der Schraube um so größere Kräfte, je schneller aktiviert wird (Abb. 67). Erst, wenn nur noch alle 3 Tage aktiviert wird, hat das Gewebe bei dieser Patientin genügend Zeit, sich anzupassen, so daß sich die Residualkräfte nicht mehr akkumulieren.

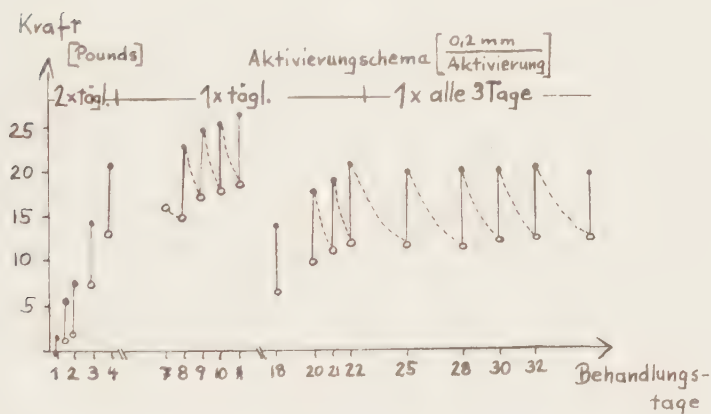


Abb. 67: Maximalkräfte (↑), Aktivierungskräfte (↑) und Residualkräfte (↑) bei einem 15 Jahre und 6 Monate alten Mädchen. Erst, wenn nur noch alle 3 Tage aktiviert wird, akkumulieren sich die Residualkräfte nicht mehr (nach Zimring und Isaacson, 1965).

Aus dem durch die Abbildung 68 wiedergegebenen Diagramm ist ersichtlich, daß nach Beendigung der Dehnungsperiode die Rückstellkraft des gedehnten Gewebes, die ebenfalls mit der durch Abbildung 66 dargestellten Apparatur gemessen werden kann, bei allen Patienten mit derselben Rate abnimmt. Ein schneller Aktivierungsmodus verursacht im Gewebe große Rückstellkräfte, die aber auch längere Zeit brauchen, bis sie sich verlieren. Das physiologischere Vorgehen mit einem

langsameren Aktivierungsschema, das eine bessere Gewebsanpassung ermöglicht, erlaubt es auch, die Retentionszeit mit dem Gerät zur Gaumennahterweiterung abzukürzen. Insgesamt beurteilt, erfordert die Gaumennahterweiterung nach einem langsamen Aktivierungsschema auch keine längere Behandlungszeit als das schnelle Vorgehen.

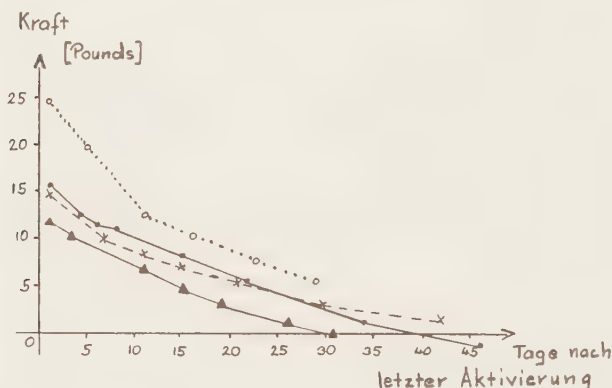


Abb. 68: Abnahme der Rückstellkräfte im Gewebe in Abhängigkeit von der Zeit nach der letzten Aktivierung. Bei verschiedenen Patienten (—•—, —▲—, —*—, —o—) ist nahezu dieselbe Rate der Kraftabnahme zu erkennen (nach Zimring u. Isaacson, 1965).

Die Rezidivgefahr ist geringer, wenn die Kraft durch eine möglichst stabile Schraube und durch ein möglichst starres Gerät übertragen wird (Timms, 1968).

Langsamere Dehnungen, wie sie zum Beispiel Drahtbo-
gengeräte erlauben, ermöglichen eine physiologische
Anpassung der Gewebe an die Gaumendehnung und
liefern stabilere und mit geringeren Rezidiven be-
haftete Behandlungsergebnisse als schnelle Dehnver-
fahren (Skieller, 1964; Cleall, 1965; Ohshima, 1972;
Hicks, 1978; Storey, 1978; Cotton, 1978; alle zit.
nach Bell u. LeCompte, 1981).

Auch Storey (1973) vertritt die Meinung, daß bei der aktiven Dehnung ein rasches Vorgehen eine längere Retention verlangt als eine langsame Expansion.

7.7. Rezidiv und Gaumennaht

Mit zunehmender Mineralisation der Spalte zwischen den beiden Gaumenplatten nimmt die Rezidivneigung ab (Storey, 1973).

Den Erfahrungen von Zimring und Isaacson (1965) zufolge hängt die Länge der Retentionszeit bei der Gaumenschnelldehnung nicht notwendigerweise vom Vorhandensein von Knochen in der geöffneten Gaumennaht, sondern von der Ausbildung stabiler Verbindungen zwischen dem Oberkiefer und den übrigen Knochen des Gesichtskelettes ab. Solange an den Verbindungen des Oberkiefers zum Schädel noch Rückstellkräfte des noch nicht angepaßten Gewebes zu verzeichnen sind, gibt es keinen Grund zu der Annahme, daß der in der Gaumenspalte abgelagerte Knochen im Zuge der Wiederherstellung eines physiologischen Kräftegleichgewichtes nicht wieder resorbiert wird.

Wird in den Gaumenspalt, der beim kombiniert chirurgisch-kieferorthopädischen Vorgehen entsteht, ein Knochenspan eingesetzt, kann der Gefahr eines Rezidivs begegnet werden (Jacobs u. Bell, 1980).

7.8. Rezidiv und Alter des Patienten

Bei jüngeren Patienten kann der Oberkiefer ohne Rezidiv verbreitert werden. Bei älteren Patienten ist die Neigung größer, daß die durch die Gaumennahter-

weiterung erzielte Zahnbogendimension zu einem beträchtlichen Teil wieder verloren geht (Wertz und Dreskin, 1977).

7.9. Rezidivhäufigkeit

Jede kieferorthopädische Behandlung kann durch einen Rückfall beeinflusst werden. Bei der Gaumennahterweiterung bleibt nach einer maßvollen Überexpansion, die ein erwartetes Rezidiv berücksichtigt, noch ein ausreichender Gewinn an transversaler Oberkieferbreite erhalten (Timms, 1968; Mew, 1977; Haas, 1980).

8. Indikation zur Gaumennahterweiterung aus kieferorthopädischer Sicht

8.1. Beidseitig verengte apikale Oberkieferbasis als Hauptindikation der Gaumennahterweiterung

Ein oberer Schmalkiefer mit enger apikaler Basis und Steilgaumen stellt die Hauptindikation zur Gaumennahterweiterung dar (Landsberger, 1908; Ziehe, 1930; Derichsweiler, 1953, 1955; Schwarz, 1954; Frevert-Boelcke, 1954; Hotz, 1954, 1980; Korkhaus, 1956; Haas, 1960, 1965; Rinderer, 1966; Timms, 1968; Weise, 1969, 1972; Wertz, 1970; Ekström et al., 1977; Hauenstein, 1980; Berlocher et al., 1980; Jonas u. Bungert, 1983).

Eine effektive Verbreiterung einer schmalen apikalen Oberkieferbasis ist nur mit Hilfe der Gaumennahterweiterung möglich. Andere Dehnungsmethoden führen hier zu einer Verstärkung der Bukkalneigung der Zähne und sind lediglich dazu geeignet, den Zahnbogen bei Be-

stehen einer großen apikalen Basis zu erweitern (Demisch, 1953; zit. nach Hotz, 1954, 1980; Hotz, 1954, 1980) (Abb. 69).



Abb. 69: a= breite apikale Oberkieferbasis; b= schmale apikale Basis (nach Hotz, 1954, 1980).

Mit der Gaumennahterweiterung soll ein bestehendes Mißverhältnis zwischen der Größe der Oberkieferbasis und den Dimensionen des Zahnbogens beseitigt werden (Derichsweiler, 1953, 1955; Schwarz, 1954; Rinderer, 1966; Berlocher et al., 1980) (Abb. 70).

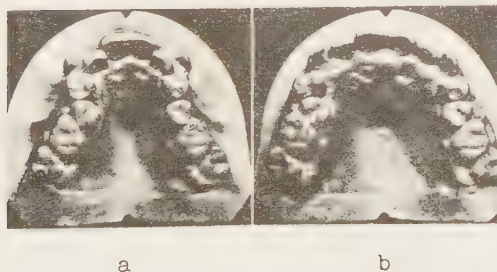


Abb. 70: Abgüsse vom Oberkiefer eines zu Beginn der Behandlung 13 Jahre alten Jungen mit einer beidseitig hochgradig verengten apikalen Basis. a= vor der Gaumennahterweiterung, b= nach der Gaumennahterweiterung (nach Korkhaus, 1960).

Haas (1980) mißt der Verbreiterung des Oberkiefers eine große Bedeutung bei, da sich die Oberkieferbreite im Vergleich mit anderen kieferorthopädisch relevanten Größen während des natürlichen Wachstums am wenigsten ändert. Das Breitenwachstum des Oberkiefers hält auch als erstes inne. Zu Beginn einer kieferorthopädischen Behandlung sei deshalb die Beseitigung eines eventuell bestehenden transversalen Mangels die vordringlichste Aufgabe.

8.2. Indikation zur Gaumennahterweiterung bei Befunden, die als Folge der beidseitig verengten Oberkieferbasis betrachtet werden können.

8.2.1 Verengter oberer Zahnbogen

Eine Verbreiterung eines verengten oberen Zahnbogens mit Hilfe der Gaumennahterweiterung ist nur angebracht, wenn eine gleichzeitig vorliegende Enge der Oberkieferbasis beseitigt werden soll. Ansonsten kommt der Kieferorthopäde auch auf andere Weise zum Ziel (Derichsweiler, 1953; Schwarz, 1954; Haas, 1961; Wertz, 1970).

Wie aus der Abbildung 70 ersichtlich ist, kann bei einem stark verengten oberen Zahnbogen mit Hilfe der Gaumennahterweiterung trotz der starken Aufweitung der Oberkieferbasis nicht so viel Platz geschaffen werden, daß alle bleibenden Zähne regelrecht eingestellt werden können.

Beträgt der Mangel an transversaler Zahnbogenbreite im Seitenzahnbereich mehr als 10 mm, kann die Gaumennahterweiterung zwar aus rhinologischen Gründen erforderlich sein. Aus der Sicht des Kieferorthopäden ist hier aber eher eine Extraktionstherapie angebracht (Derichsweiler, 1955).

Auch eine größere Breitensumme der oberen Schneidezähne als 34 mm zwingt nach Ansicht von Derichsweiler (1955) zur Entfernung von bleibenden Zähnen, weil hier mit der Gaumennahterweiterung alleine nicht genügend Platz geschaffen werden kann. Eine Kombination beider Behandlungsmöglichkeiten sei bei diesem Befund das Mittel der Wahl.

Während die Gaumennahterweiterung bei einem geringgradigen Platzmangel im oberen Zahnbogen vielfach als Alternative zur Extraktionstherapie betrachtet wird (Angell, 1860; Herbst, 1907; Derichsweiler, 1955; Rinderer, 1966; Weise, 1969, 1977; Jacobs und Bell, 1980) (Abb. 71), muß selbst bei einem noch so diskret erscheinenden Engstand mit Schwierigkeiten bei der Einordnung von bleibenden Zähnen gerechnet werden (Gerlach, 1954; Schwarz, 1954; Derichsweiler, 1955; Weise, 1969, 1977; Timms, 1968, 1974).

Obwohl die Gaumennahterweiterung mehr Platz im Zahnbogen schafft als herkömmliche Dehnungsmethoden und somit die Indikation zur Extraktionstherapie in gewisser Weise einschränkt, kann sie die Extraktionsbehandlung keinesfalls verdrängen oder gar ersetzen. Nach der Gaumennahterweiterung kann immer noch eine Entfernung von Zähnen erforderlich sein, wenn der geschaffene Platz nicht ausreicht und sich Schwierigkeiten bei der Einordnung von Zähnen in den Zahnbogen abzeichnen (Schwarz, 1954; Timms, 1974).

Die Gaumenschnelldehnung kann bei einem geringen Platzmangel durch die Vergrößerung des oberen Zahnbogens im Frontbereich Abhilfe schaffen. Dies geschieht, ohne daß der Profilverlauf, insbesondere der nasolabiale Winkel und die Lippen-Zahn-Konstel-

lation, zu sehr beeinträchtigt werden, wie dies in Grenzfällen bei einer Extraktionstherapie passieren kann (Mew, 1977; Haas, 1980; Jacobs u. Bell, 1980).

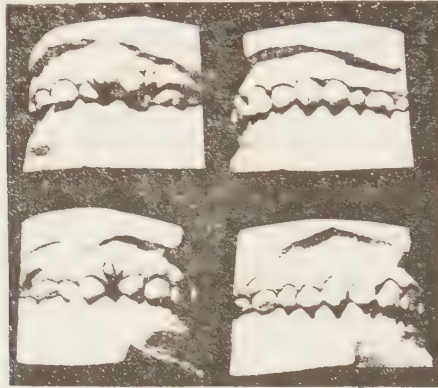


Abb. 71: Eckzahnhochstand vor (links) und nach (rechts) der Gaumennahterweiterung bei neutraler Bißlage und unterentwickelten Frontbögen (nach Derichsweiler, 1955).

Die Maße nach Pont bei einer Schneidezahnbreite von 34 mm im Oberkiefer betragen:

Vor der Behandlung:

Oberkiefer		Unterkiefer	
PP=39 (Ist) / 40 (Soll)		PP=28 (Ist) / 40 (Soll)	
MM=47 (Ist) / 52,5 (Soll)		MM=51 (Ist) / 52,5 (Soll)	
TH=13 (Ist) / 13,5 (Soll)		TH=10 (Ist) / 19,5 (Soll)	

Nach der Behandlung:

Oberkiefer		Unterkiefer	
PP=41 (Ist) / 40 (Soll)		PP=39 (Ist) / 40 (Soll)	
MM=52 (Ist) / 52,5 (Soll)		MM=52 (Ist) / 52,5 (Soll)	
TH=13 (Ist) / 13,5 (Soll)		TH=13 (Ist) / 19,5 (Soll)	

(PP= transversaler Abstand zwischen ersten Prämolaren,
MM= transversaler Abstand zwischen ersten Molaren und
TH= Zahnbogenhöhe in Millimetern).

8.2.2. Beiderseitiger skelettaler Kreuzbiß

Ein beiderseitiger Kreuzbiß, der bedingt ist durch einen beidseitig an seiner Basis verengten Oberkiefer, stellt einen typischen Befund für die Gaumennahterweiterung dar (Schroeder-Benseler, 1913; Derichsweiler, 1954; Timms, 1968; Kutin u. Hawes, 1969; Wertz, 1970; Wickwire, 1973; Chateau, 1975; Ekström et al., 1977; Hotz, 1980; Hauenstein, 1980; Timms, 1981; Bell, 1982; Jonas u. Bungert, 1983) (Abb. 72).

Bei einem beiderseitigen Kreuzbiß, bedingt durch eine kleine obere Basis, muß es nicht zu einer Abweichung der Kiefermitten kommen.

Aufgrund einer geringgradigen beidseitigen Verengung des Oberkiefers kann aber der Unterkiefer beim Schlußbiß aus der Mittellage in einen mandibulär-artikulären Kreuzbiß gezwungen werden. Dies ist besonders dann der Fall, wenn die obere Kieferenge bei nicht seitlich ausgewichenem Kiefer beiderseits einen Kopfbiß verursacht. Die starke beidseitige Dehnung des Oberkiefers durch die Gaumennahterweiterung kann es dem Unterkiefer ermöglichen, selbständig die zentrale Okklusion wiederzufinden und eine regelrechte Höcker-Gruben-Beziehung einzunehmen (Abb. 73 u. 74) (Dereichsweiler, 1955; Cheney, 1959; Wertz, 1970; Jacobs u. Bell, 1980). Der Unterkiefer darf nur geringfügige alveoläre Formabweichungen aufweisen.

Bei skelettalen Kreuzbissen im Seitenbereich soll die Behandlung so früh wie möglich beginnen, damit die bleibenden Zähne in eine günstigere Position zum unteren Zahnbogen durchbrechen, als sie die Milchzähne zuvor innehatten (Cheney, 1959; Harvold, 1963; Wood, 1963; Ricketts, 1968).

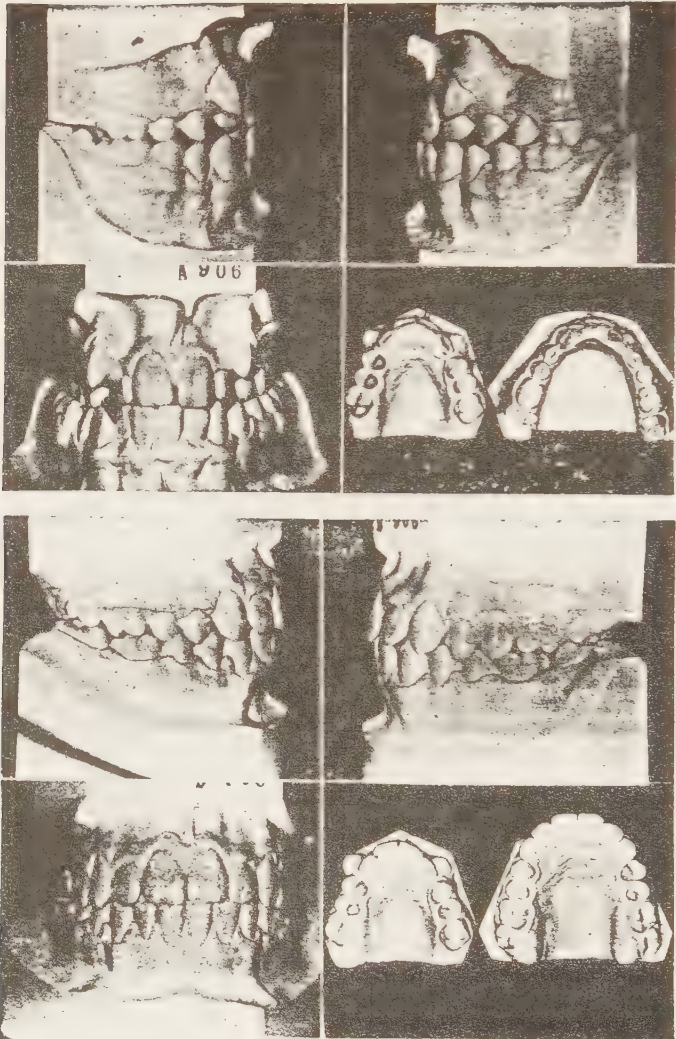


Abb. 72: Kieferabgüsse eines zu Beginn der Behandlung 14 Jahre alten Jungen mit einem beiderseitigen skelettalen Kreuzbiß, der rechts stärker als links ausgeprägt ist; unten= Zustand nach der Gaumennahterweiterung, rechts unten= Abgüsse des Oberkiefers vor und nach der Gaumennahterweiterung im direkten Vergleich (nach Haas, 1980).

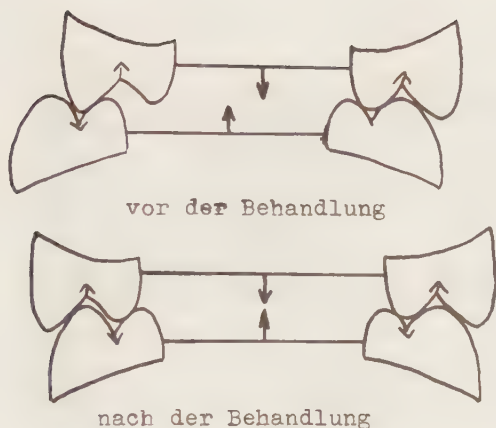


Abb. 73: Beidseitig verengter Oberkiefer mit einem rechtsseitigen funktionellen Kreuzbiß. Die beidseitige Dehnung des Oberkiefers beseitigt auch die verschobene Unterkieferposition (Wertz, 1970).

Nach Brogan (1977) soll aus rhinologischen Gründen die Indikation zur Gaumennahterweiterung nur dann gestellt werden, wenn ein beiderseitiger skelettaler Kreuzbiß besteht.

Nach der Faustregel von Wickwire (1973) soll eine Gaumennahterweiterung mit einer starren, festsitzenden Apparatur durchgeführt werden, wenn der Kreuzbiß so ausgeprägt ist, daß die bukkalen Höcker der oberen Seitenzähne nicht einmal mehr auf die lingualen Abhänge der bukkalen unteren Höcker treffen.

Bei der Behandlung eines beiderseitigen skelettalen Kreuzbisses mit Hilfe der Gaumennahterweiterung ist nach Derichsweiler (1955) eine Bißsperrung überflüssig. Die Kraft der Apparatur sei hier so stark und wirke so schnell, daß eine Überstellung des Seitenzahnbereiches keine Schwierigkeiten bereitet.



Abb. 74: Kieferabgüsse eines zu Beginn der Behandlung 8 Jahre alten Jungen mit einem rechtsseitigen funktionellen Kreuzbiß (links). Nach der Gaumenerweiterung hat sich der Unterkiefer von alleine in der Mittelstellung eingefunden (rechts) (nach Derichsweiler, 1955).

6.3. Pseudo-Progenie bei beidseitig verengtem Oberkiefer

Die Verbindungsnaht zwischen der Maxilla und dem Processus pterygoideus ist derart gestaltet, daß bei der Gaumennahterweiterung der Oberkiefer auch nach vorne bewegt wird (Sicher, 1949; zit. nach Haas, 1965; Wertz, 1970).

Brogan (1977) konnte die Mobilisation der Maxilla nach vorne nur bei älteren Patienten, die ja eine starrere Knochenstruktur besitzen, feststellen.

Diese Vorwärtsbewegung kann schon ausreichen, um ein konkaves Gesichtsprofil, das durch einen verkürzten, hypoplastischen Oberkiefer bedingt ist, auszugleichen (Wertz, 1970; Haas, 1980; Timms, 1974, 1981; Stockfisch, 1985) (Abb.75, Abb. 76 B u. C).

Der Zug des umgebenden Gewebes und der Muskeln führt jedoch zu einer Resorption der ossären Verbindung zwischen dem maxillopalatinalen Komplex und dem Processus pterygoideus. Somit neigt der Oberkiefer dazu, in seine ursprüngliche Position zurückzukehren (Sicher, 1949; zit. nach Haas, 1965; Wertz).

Mit Hilfe der Protraktions-Kinnkappe (Abb. 76 A) muß der Oberkiefer deshalb ungefähr ein halbes Jahr lang in seiner neuen Position gehalten werden, bis sich die maxillokranialen Suturen reorganisiert und gefestigt haben (Haas, 1980).

Durch die Gaumennahterweiterung werden die Nähte des Oberkieferkomplexes zum übrigen Schädel gelockert. Außerdem zeigt dieser Bereich eine größere Reaktions-

bereitschaft gegenüber kieferorthopädischen Kräften (Wertz, 1970). Reicht die Vorwärtsbewegung des maxillopalatinalen Komplexes, die allein durch die

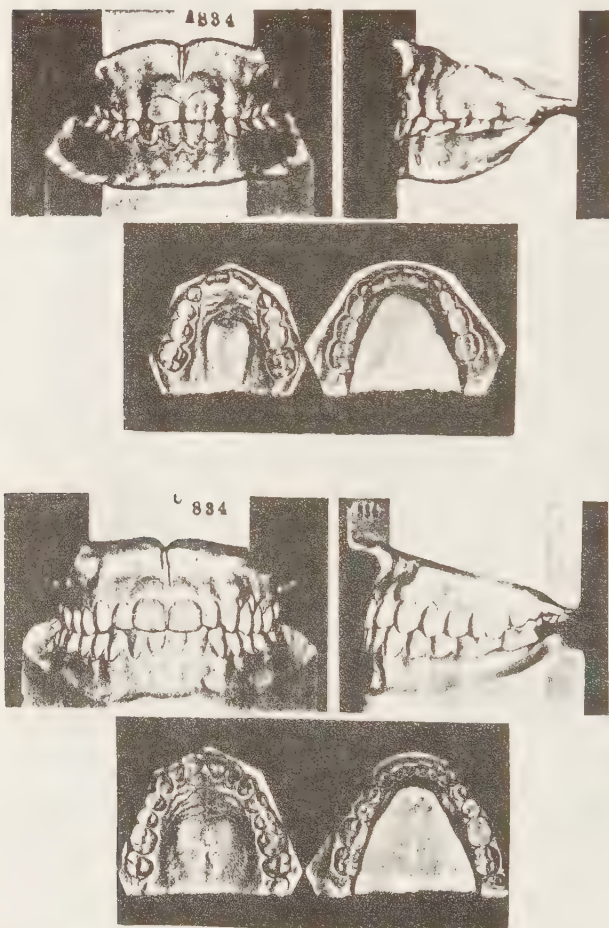


Abb. 75: Kieferabgüsse eines zu Beginn der Behandlung 9 Jahre und 6 Monate alten Mädchens mit einer relativen Unterentwicklung des Oberkiefers (Pseudo-Klasse-III) (oben). 14 Jahre nach der Gaumenschnelldehnung, wovon 5 Jahre als Retentionszeit zählen, ist der Oberkiefer um 2 mm weiter vorne und 2,5 mm weiter unten; der Unterkiefer hat eine Öffnungsbewegung mitgemacht (unten) (nach Haas, 1980).

Gaumenschnelldehnung hervorgerufen wird, nicht aus, so kann der Oberkiefer mit Hilfe einer Protraktions-Kinnkappe nach vorne gezogen werden. Damit soll erst 2 bis 3 Wochen nach Beendigung der Nahterweiterung begonnen werden, wenn sich die Suture weitgehend organisiert hat. An der Kinnkappe, die durch ein Band zum Nacken oder zur Kopfkappe einen guten Sitz bekommen muß, sind zwei stabile Haken angebracht, von deren Ösen in Höhe des Mundspaltes Gummizüge mit einer Kraft von 0,75 bis zu 2 kp auf jeder Seite zu den oberen ersten Molaren ziehen (Haas, 1980) (Abb. 76).



A



B

C

Abb. 76: A= Patientin mit einer Protraktions-Kinnkappe; B= konkaves Gesichtsprofil vor Beginn der Behandlung in der Fernröntgen-Seitenaufnahme; C= Profilverlauf nach der Gaumennahterweiterung und der anschließenden Behandlung mit der Protraktions-Kinnkappe in der Fernröntgen-Seitenaufnahme (nach Haas, 1980).

Der Oberkiefer soll jedoch nicht mit Klasse-III-Gummizügen, die von distal gelegenen Zähnen des Oberkiefers zu mesial gelegenen Zähnen des Unterkiefers

ziehen, nach vorne bewegt werden. Dabei kippt nämlich der Oberkiefer nach unten und hinten, wodurch es zu einer Öffnung des Bisses kommen kann (Haas, 1980).

Ein umgekehrter frontaler Schneidezahnüberbiß, der in einer sagittalen Unterentwicklung des Oberkiefers seine Ursache hat (Pseudoprogenie), wird durch die Bewegung des Oberkiefers nach vorne, die als Folge der Gaumennahterweiterung beobachtet und mit Hilfe extraoraler Züge verstärkt werden kann, verbessert oder sogar beseitigt (Rinderer, 1966; Haas, 1970; Biederman, 1973; Mew, 1977; Stockfisch, 1985).

Neben dieser Wirkung sind nach Rinderer (1966) weitere Faktoren, wie die Rückverlagerung des Unterkiefers, die flachere Achsenneigung der oberen Frontzähne und die steilere Achsenneigung der unteren Frontzähne für das Zustandekommen des regelrechten Schneidezahnüberbisses verantwortlich (Abb. 77).



Abb. 77 : Spontane Korrektur des umgekehrten Frontzahn-Überbisses durch Gaumennahterweiterung. A= vor der Gaumennahterweiterung, B= nach der Gaumennahterweiterung (nach Rinderer, 1966).

8.4. Geringgradige, gnathisch skelettale Fro- genie bei beidseitig verengtem Oberkiefer

Eine skelettal bedingte Klasse-III-Okklusion bei welcher der Fehler im Unterkiefer liegt, wird als Nebeneffekt einer ohnehin indizierten Gaumennahterweiterung zu ihrem Vorteil verändert (Haas, 1965, 1970; Timms, 1968; Biederman, 1973; Chateau, 1975; Brogan, 1977; Stockfisch, 1985).

Die Struktur der Nahtverbindungen des Oberkiefers mit dem übrigen Schädelskelett bedingt neben der Vor- auch eine Abwärtsverlagerung des maxillopalatinalen Komplexes. Letztere führt nach Haas (1970) und Brogan (1977) zu einer Rotationsbewegung des Unterkiefers nach unten und hinten. Optisch erscheint dadurch der Unterkiefer in der Profilansicht von der Seite verkürzt (Abb.8Q).

Haas (1970) gibt jedoch zu bedenken, daß der Vorteil der Profilverbesserung nicht mit dem Nachteil des offenen Bisses, der bei vertikaler Tendenz des Gesichtschädelwachstums durch die stärkere Vergrößerung des Basisebenenwinkels bei der Gaumennahterweiterung entsteht, erkauft werden dürfe.

Die Vorverlagerung des Oberkiefers als Folge der Gaumennahterweiterung, ob lediglich Begleiterscheinung oder noch verstärkt durch extraorale Züge, trägt hier ebenfalls dazu bei, eine Angle-Klasse-I-Verzahnung zu erreichen (Haas, 1965).

Angesichts der Schwierigkeiten einer kieferorthopädischen Umbildung des, durch eine rigide Knochenstruktur gekennzeichneten Unterkiefers kann nach Haas (1965) eine, durch die Vorverlagerung des Ober-

kiefers bedingte Verschlechterung des Profilverlaufes im mittleren Gesichtsdrittel im Sinne einer Kompromißbehandlung einer gering ausgeprägten Progenie hingenommen werden (auch Stockfisch, 1985).

Die Verbesserung der Durchgängigkeit der Nasenwege, die durch die Gaumennahterweiterung bewirkt werden kann, beseitigt die Gewohnheit der Mundatmer, den Unterkiefer nach vorne zu schieben, um den Luftraum am Zungenrücken zu vergrößern und somit einen möglichen ätiologischen Faktor für eine skelettal bedingte Angle-Klasse III (Brogan, 1977).

Die Abbildungen 78 bis 80 zeigen die Wirkung der Gaumennahterweiterung und der anschließenden Behandlung mit einer Protraktions-Kinnkappe bei einem Befund, der eine Kombination aus einem unterentwickelten Ober- und einem zu großen Unterkiefer darstellt. Kephalemtrisch konnte Haas (1980) bei dem zu Beginn der Behandlung 9 Jahre und 6 Monate alten Jungen eine Vorverlagerung des Oberkiefers um 3,5 mm und eine Rückverlagerung des Unterkiefers um 3,5 mm, also eine Verbesserung des Profilverlaufs um insgesamt 7 mm feststellen (Abb. 80). Auch ein Vergleich der vor der Behandlung hergestellten Kieferabgüsse mit denjenigen, die 11 Jahre später angefertigt worden sind, bestätigt den Erfolg dieser Behandlung (Abb. 78 u. 79). Hierbei wurde im Oberkiefer 3 und im Unterkiefer 6 Jahre retiniert.

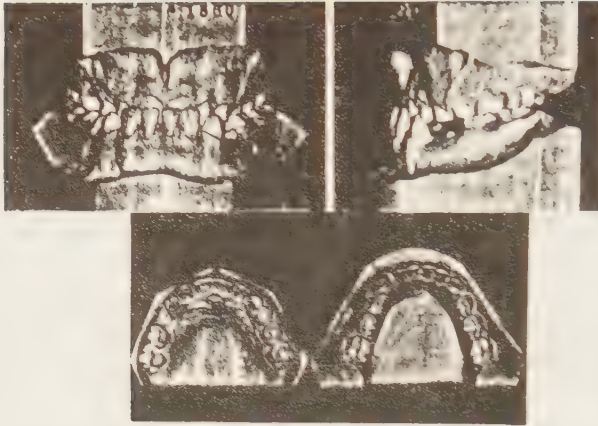


Abb. 78 : Kieferabgüsse eines zu Beginn der Behandlung 9 Jahre und 6 Monate alten Jungen mit einer Angle-Klasse III und einem verengten Oberkiefer (Haas, 1980).

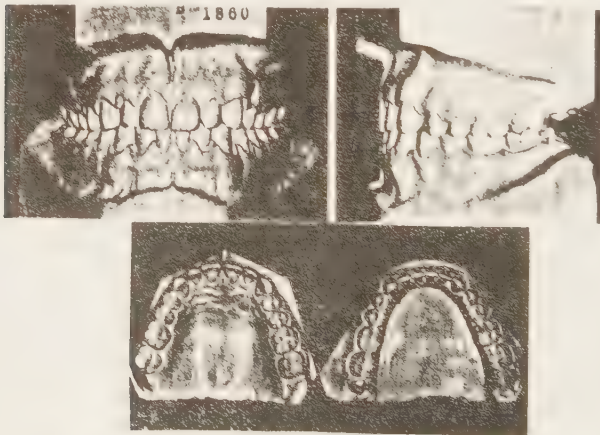


Abb. 79 : Kieferabgüsse desselben Patienten wie in der Abbildung 78 nach der Behandlung mit der Gaumennaherweiterung und einer Protraktionskinnkappe, also 11 Jahre später, wobei der Oberkiefer 3 und der Unterkiefer 6 Jahre in Retention war (Haas, 1980).

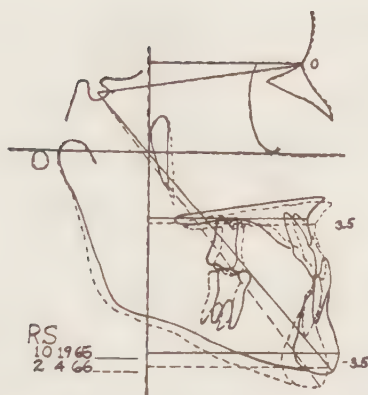


Abb. 80: Übereinanderprojizierte Durchzeichnungen der Fernröntgenseitenaufnahmen desselben Patienten wie in den Abbildungen 78 und 79. Dabei zeigt (—) die Situation vor der Behandlung und (---) den Zustand, nachdem eine Gaumennahterweiterung und anschließend eine Behandlung mit einer Protraktions-Kinnkappe durchgeführt worden sind (nach Haas, 1980).

8.5. Rückbiß des Unterkiefers bei beidseitig verengtem Oberkiefer

Der unauffällig dimensionierte Unterkiefer kann bei transversal verengtem oberem Zahnbogen und kleiner apikaler Basis im Oberkiefer in Regelbißstellung keine stabile physiologische Okklusion finden. Eine habituell weiter distal erfolgende Okklusion ermöglicht zwar einen transversalen Überbiß der oberen Seitenzähne über die unteren, stellt aber einen unphysiologischen Rückbiß dar. Die Schnelldehnung des Oberkiefers kann häufig diesen Rückbiß des Unterkiefers beseitigen, indem sie Zwangsführungen, die durch den verengten oberen Zahnbogen bedingt sind, eliminiert (Derichsweiler, 1955; Haas, 1970; Jacobs u. Bell, 1980; Stockfisch, 1985) (Abb. 81).



Abb. 81: Kieferabgüsse eines zu Beginn der Behandlung 11 Jahre alten Patienten mit engstehender Spitzfront, Steilgaumen, Tiefbiß und Protrudenz. 1= zu Beginn der Behandlung; 2= nach der Gaumennahterweiterung und einer Retention von 1 Jahr; Der tiefe Biß besteht nach wie vor, aber die Rückbißlage des Unterkiefers ist beseitigt (nach Stockfleth, 1985).

Die Vorverlagerung des Oberkiefers, die - wie oben erwähnt - als Folge der Gaumennahterweiterung zu einer Verbesserung der skelettalen Angle-Klasse III beiträgt, kann den Befund bei vorhandener skelettal bedingter Klasse II durch Vergrößerung des ohnehin großen ANB-Winkels weiter verschlechtern (Haas, 1965).

Dieser unerwünschte Nebeneffekt soll nach Haas (1970) nur vorübergehend sein, da Ober- und Unterkiefer bei einer Angle-Klasse-II-Verzahnung sagittal nicht gut gegeneinander abgestützt sind und deshalb dazu neigen, ihre ursprüngliche Position wieder einzunehmen (Abb. 83,B).

Wenn im unteren Zahnbogen nach lingual geneigte Frontzähne stehen und eine ausgeprägte apikale Basis vorhanden ist, wirkt sich der angesprochene unerwünschte Nebeneffekt nicht allzu nachteilig aus, weil der vergrößerte sagittale Schneidezahnüberbiß durch die Korrektur der Stellung der unteren Schneidezähne hier deutlich verringert wird (Berichsweiler, 1955; Haas, 1970).

Außerdem kann nach Haas (1970) die vorübergehende Verschlechterung einer Rückbiß-Okklusion durch die Gaumenschneiderweiterung mit Hilfe eines Zervikalzuges, der den Oberkiefer im Anschluß an die Schnelldehnung nach hinten zieht, unter Kontrolle gehalten werden (Abb. 82 u. 83).

Die pterygomaxilläre Verbindung soll nach der Gaumenschneiderweiterung sogar eine so gute Reaktionsbereitschaft zeigen, daß extraorale, nach zervikal gerichtete Zugkräfte von 0,9 bis 1,3 kp (Abb. 84, 85 u. 86) den gesamten Oberkiefer über die Ausgangsstellung hinaus nach distal bewegen können (Haas, 1970) (Abb. 82 u. 83,C).

Eine Rücklage des Unterkiefers kann auch die Folge von Mundatmung, abnormalem Schluckverhalten oder einer anderen üblen Gewohnheit sein. Die Verbesserung des Atemweges und die Beeinflussung anderer schädlicher Faktoren mit Hilfe der Gaumenschneiderweiterung kann einen günstigen Einfluß auf die Behandlung des dysgnathen Befundes ausüben (Brogan, 1977).



Abb. 82: Kieferabgüsse eines zu Beginn der Behandlung 8 Jahre und 4 Monate alten Jungen mit einer Angle-Klasse II/1; A= vor Beginn der Behandlung; B= unmittelbar nach der Gaumennahterweiterung ist die Klasse-II-Okklusion verschlechtert; C= mit einem Zervikalzug innerhalb von 26 Monaten erreichte Verbesserung der Okklusionsverhältnisse (nach Haas, 1970).

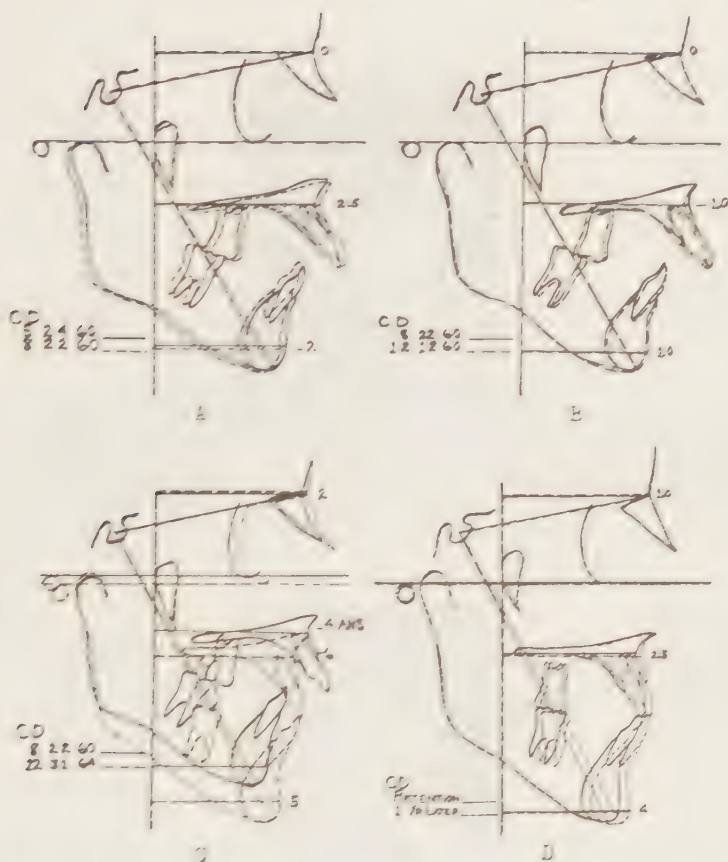


Abb. 23: Übereinanderprojizierte Durchzeichnungen der seitlichen Fernröntgenaufnahmen desselben Patienten wie in Abbildung 22; A= Im Vergleich zur Situation vor der Behandlung (—) liegt nach der Gaumenschnelldehnung (— —) der A-Punkt 2,5 mm weiter fazial, der B-Punkt 2 mm weiter dorsal; der horizontale Überbiß ist somit um 4,5 mm verschlechtert; B= Im Vergleich zur Situation unmittelbar nach der Gaumenschnelldehnung (—) ist nach einer 4 Monate langen Retention (— —) der Oberkiefer von alleine 1 mm nach hinten und der Unterkiefer 1 mm nach vorne gewandert; C= Im Vergleich zur Situation unmittelbar nach der Gaumenschnelldehnung (—) ist nach der 26 Monate langen Einwirkung des Zervikalzuges (— —) der A-Punkt 6 mm weiter dorsal, das heißt 3,5 mm weiter hinten als zu Beginn der Behandlung, und der B-Punkt 5 mm weiter vorne, das heißt 3 mm weiter fazial als zu Beginn der Behandlung; D= Die so behandelte Angle-Klasse II verhält sich weiterhin wie eine Angle-Klasse I (nach Reas, 1970).



Abb. 54: Zervikalzug zur weiteren kieferorthopädischen Behandlung nach der Gaumennahterweiterung bei einer Angle-Klasse I oder II Okklusion mit harmonischen Kieferbeziehungen in der vertikalen Dimension (nach Haas, 1970).



Abb. 55: Zervikalzug zur weiteren kieferorthopädischen Behandlung nach der Gaumennahterweiterung bei einer Angle-Klasse I oder II Okklusion mit einem skelettal bedingten tiefen Bis (nach Haas, 1970).



Abb. 86: Kopfkappe mit einem hohen Zug zur weiteren kieferorthopädischen Behandlung nach der Gaumennahterweiterung bei einer Angle-Klasse II Okklusion mit einem skelettal offenen Biß. Der äußere Bügel ist geringgradig nach oben gebogen (nach Haas, 1970).

8.6. Indikation zur Gaumennahterweiterung bei Befunden, die als Folge der Veränderungen am Oberkiefer zum Selbstausgleich führen können

8.6.1. Tiefer Biß

Die Bißöffnung, die durch die Abwärtsbewegung des Oberkiefers bei der Gaumennahterweiterung hervorgerufen werden kann, soll nach Haas (1980) zu einer Verbesserung eines tiefen Bisses, der einen verengten Oberkiefer begleitet, beitragen (Abb. 87).

Linder-Aronson und Lindgren konnten 1979 zwar eine Normalisierung der unteren Gesichtshöhe feststellen, aber keine Verringerung des vertikalen Überbisses, als sie bei ihren Patienten eine Gaumennahterweiterung durchführten.

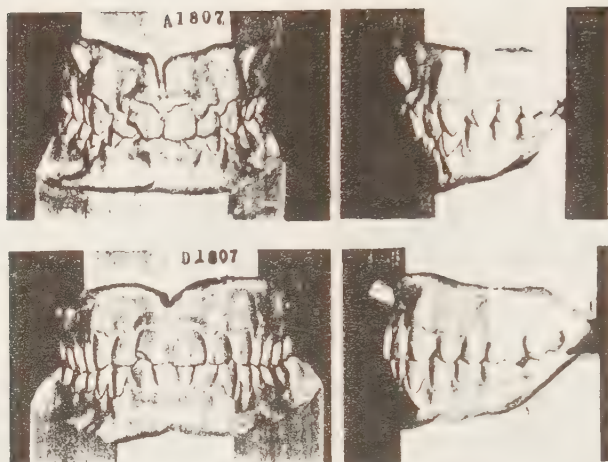


Abb. 87: Kieferabgüsse eines zu Beginn der Behandlung 14 Jahre und 8 Monate alten Jungen mit einem tiefen Biß und einem verengten Ober- und Unterkiefer (oben); unten= 10 Jahre und 5 Monate nach der Gaumennahterweiterung ist der Biß immer noch angehoben, wobei der Oberkiefer seit 6 Jahren und der Unterkiefer seit 4 Jahren und 6 Monaten nicht mehr in Retention ist (nach Haas, 1980).

8.6.2. Verengter unterer Zahnbogen

Als Folge der Gaumennahterweiterung kann auch eine Verbreiterung des unteren Zahnbogens festgestellt werden (Derichsweiler, 1954; Haas, 1959, 1960, 1980) (Abb. 88).

Während die oberen Seitenzähne in der Retentionszeit durch das Schnelldehngerät starr fixiert in ihrer gedehnten Stellung gehalten werden, sind die unteren Seitenzähne allen funktionellen Kräften ausgesetzt. Die unteren Seitenzähne richten sich im Verlauf des Kauvorganges unter der Führung der schiefen Ebenen des Kaureliefs auf (Derichsweiler, 1954; Haas, 1958). Die infolge der Vergrößerung des Gaumengewölbes plötzlich in ihrer Bewegung weniger eingeschränkte

Mane verläuft nur auch im Bereich des Unterkiefers der Unterdruck und damit den unteren Zahnbogen auszuweiten (Derichsweiler, 1954).

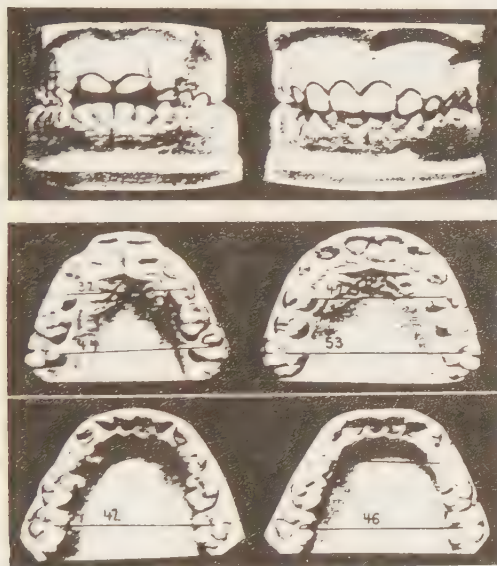


Abb. 20: Kiefergipfe eines zu Beginn der Behandlung stehende alten Herren mit einem beiderseitigen Kieferknochen (links). Im Anschluß an die plötzliche Erweiterung des Oberkiefers ist der Unterkiefer nachgezogen worden (rechts). (Derichsweiler, 1955).

Mit den Oberkieferlücken werden bei der Gaumenvorwölbung auch die Ursprünge der beiden Buccinatormuskeln sehr außen bewegt. Der einengende Einfluß dieser Muskeln auf den Unterkiefer ist somit aufgehoben und die Erfolgsaussicht für eine Erweiterung des unteren Zahnbogens verbessert (Haas, 1960, 1961).

8.7. Minusreschränkte Indikationen zur Gaumenschnell- dehnung

8.7.1. Skelettal offener Biß

Hauenstein (1980) weist darauf hin, daß die Gaumennahterweiterung beim Vorhandensein eines skelettal offenen Bisses nicht zur Anwendung kommen solle, da die Gefahr einer Verschlimmerung desselben infolge der Abwärtsbewegung des Oberkiefers sehr groß sei.

Timms (1980) sieht bei der Gaumennahterweiterung die Gefahr der Bißöffnung nur dann als gegeben, wenn das Schnelldehngerät lediglich auf vier Zähnen abgestützt ist. Hier würden die Ankerzähne viel stärker extrudiert als bei der Anwendung eines Gerätes, das an mehreren Zähnen verankert und zudem noch schleimhautgelagert ist.

Wichtig sei es nach Haas (1970), die Gefahr der Bißöffnung als Folge der Gaumennahterweiterung zu erkennen und ihr durch Tragen einer Kopf-Kinnkappe im Anschluß an die aktive Dehnungsphase zu begegnen. Ein skelettal offener Biß könne sogar nach erfolgter Gaumennahterweiterung mit einem modifizierten Headgear leichter behandelt werden, weil die knöchernen Nahtverbindungen des Oberkiefers dann gelockert seien. Die Außenbügel des Headgears sind dabei nach oben gebogen, damit der Oberkiefer im hinteren Bereich nach oben und im vorderen Bereich nach unten bewegt wird. Die Biegung kann bei vorhandener Angle-Klasse II als hoher Zug (Abb. 86) mit einer gleichzeitig nach distal gerichteten Kraftkomponente und bei vorhandener Angle-Klasse I als vertikaler Zug (Abb. 89 A) ausgebildet sein. Zusätzlich kann noch eine Kopf-Kinnkappe eine vertikal gerichtete Kraft auf den Unterkiefer ausüben (Abb. 89 B) (Haas, 1970).

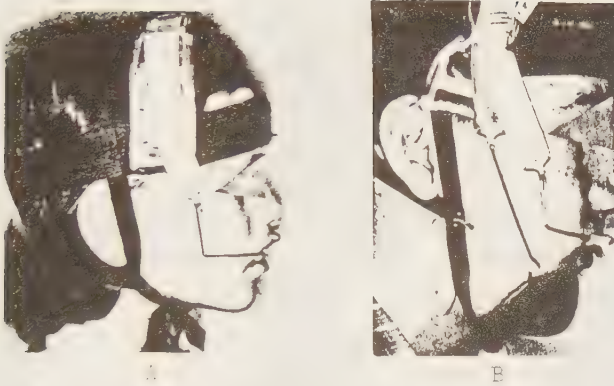


Abb. 89: A= modifizierter Headgear mit Vertikalzug zur Behandlung eines skelettal offenen Bisses im Anschluß an die Gaumennahterweiterung; B= Eine zusätzliche Front-Plattenspringe die auch auf den Unterkiefer eine vertikal gerichtete Kraft aus und unterstützt die Wirkung des modifizierten Headgears (nach Haas, 1970).

8.7.2. Einseitig verengte apikale Basis im Oberkiefer

ine einseitige Verengung der oberen apikalen Basis hat bei einem unauffällig dimensionierten Unterkiefer, der auch keine Lageverschiebung aufweist, einen skelettal bedingten einseitigen Kreuzbiß zur Folge.

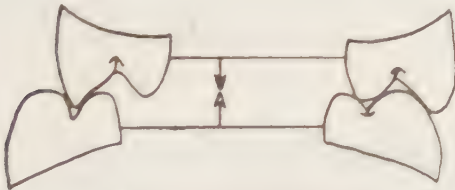
Hier kann eine Gaumennahterweiterung, die ja zu einer auf beiden Seiten gleich starken Verbreiterung der Oberkieferbasis führt, zu einer Verbesserung des Befundes beitragen (Abb. 90) (Derichsweiler, 1955; Timms, 1981), obwohl eine derartige Behandlung, abhängig von der Art der Apparatur, nur bis zu einem gewissen Grad als kausale Behandlung betrachtet werden kann. Apparaturen, die eine weitgehend kausale Behandlung ermöglichen, sind durch die Abbildungen 92 a und b dargestellt.



Abb. 90: Kieferabgüsse eines zu Beginn der Behandlung 12 Jahre und 6 Monate alten Jungen mit einem rechtsseitigen Kreuzbiß aufgrund eines auf der rechten Seite verengten Oberkiefers (links); rechts= nach der Gaumennahterweiterung (nach Timms, 1981).

Wertz (1970) weist sogar darauf hin, daß ein Unterkiefer, der bei übereinstimmenden Mittlen der Zahnbögen einem einseitig verengten Oberkiefer gegenübersteht, nach der Gaumennahterweiterung der Höckerführung folgend aus der zentralen Position verschoben wird (Abb.

21). Diese laterale Stellung des Unterkiefers könne zu Kiefergelenkbeschwerden führen.

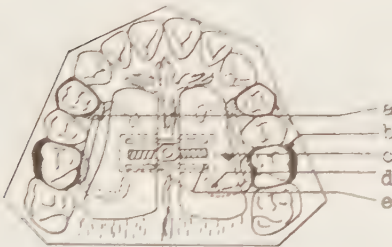


vor der Behandlung



A)

nach der Behandlung



B)

Abb. 91: A= Verschiebung des Unterkiefers zur nicht verengten Seite aufgrund einer beidseitigen Bannung eines einseitig verengten Oberkiefers. B= dabei verwendete Apparatur (a= Lötstelle, b= Band, c= Kunststoffkörper, d= Verbindungsdraht, e= Schraube, (nach Wertz, 1970)). Eine derartige Behandlung ist nicht kausal.

Eine zusätzliche Abstützung der Apparatur auf der regulär okkludierenden Seite im Unterkiefer lingual kann dazu beitragen, daß die Gaumennahterweiterung lediglich auf der verengten Seite eine Verbreiterung der apikalen Basis bewirkt (Abb. 92, a u. b) (Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität München).

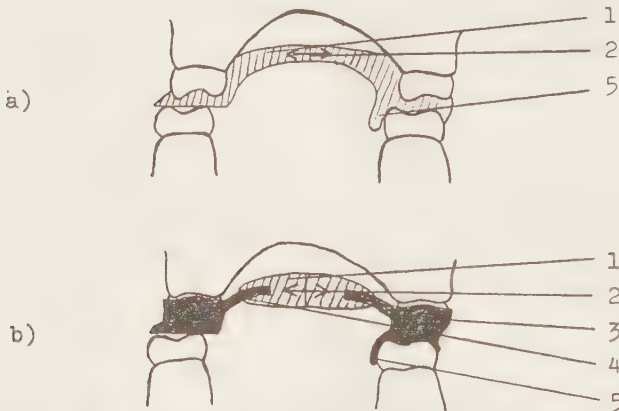


Abb. 92: Abnehmbare (a) und festsitzende (b) Apparatur zur Gaumennahterweiterung bei einseitig verengter apikaler Basis im Oberkiefer; 1= Kunststoffkörper, 2= Schraube, 3= Gußkappe, 4= Verbindungsdraht, 5= Führungsporn (Poliklinik für Kieferorthopädie der Universität München).

Eine einseitige Osteotomie, die vor Beginn der Schnelldehnung durchgeführt wird, soll nach Converse und Horowitz (1969) und Timms (1981, 1986) eine Verbreiterung des Oberkiefers nur auf der verengten Seite ermöglichen (siehe auch Abb. 54). Dieses Vorgehen scheint jedoch nur bei älteren Patienten angebracht zu sein.

9. Indikation zur Gaumennahterweiterung aus hals-,
nasen- und ohrenärztlicher Sicht

Ein hoher Atemwiderstand der Nase zwingt den Patienten zur Mundatmung (Pullen, 1912; Derichsweiler, 1953; Korkhaus, 1960; Haas, 1960, 1965; Timms, 1974; Chateau, 1975; Hershey et al., 1976).

Bei der Mundatmung wird die Atemluft nicht genügend erwärmt, mangelhaft filtriert und unzureichend befeuchtet (Loreille u. Berry, 1982).

Die Mundatmung führt zu einem Ungleichgewicht der Kräfte im stomatognathen System, wodurch die Entstehung von Dysgnathien begünstigt wird (Subtelny, 1954; Ricketts, 1968; Paul u. Nanda, 1973; Schulhof, 1978; Linder-Aronson, 1979).

Der verstärkte Luftstrom durch den Mund, der bei Mundatmern zu beobachten ist, soll zu einer Mundtrockenheit und damit zu einer erhöhten Kariesanfälligkeit des Gebisses führen (Schroeder-Benseler, 1913; Bartel, 1921; Timms, 1974).

Bei Mundatmern kann eine erhöhte Infektanfälligkeit der oberen Atemwege festgestellt werden (Rudolph, 1977; zit. nach Laptook, 1981; Lehnhardt, 1982).

Häufige Infektionen der oberen Atemwege können Mittelohrentzündungen hervorrufen (Gray, 1975; Rudolph, 1977; zit. nach Laptook, 1981). Dabei kann eine mehr oder weniger ausgeprägte Schwerhörigkeit als Begleiterscheinung beobachtet werden (Landsberger, 1908; Schroeder-Benseler, 1913; Rudolph, 1977; zit. nach Laptook, 1981; Timms, 1974; Laptook, 1981).

9.1. Hoher Atemwiderstand der Nase als Indikation zur Gaumennahterweiterung

Nach der Durchführung einer Gaumennahterweiterung ist ein wesentlich verringerter Widerstand für die Atemluft, welche die Nase durchströmt zu verzeichnen (Linder-Aronson u. Ashan, 1963; Hershey, Stewart und Warren, 1976).

Dabei korreliert das objektiv festgestellte Ausmaß der Verminderung des Nasenwiderstandes nicht eng mit der subjektiven Empfindung des Patienten über die Veränderungen bei der Nasenatmung (Hershey, Stewart und Warren, 1976).

Wertz (1968) bestritt hingegen einen förderlichen Einfluß der Gaumennahterweiterung auf den Atemwiderstand der Nase.

Vor Beginn der Behandlung müssen der Patient und seine Eltern darüber aufgeklärt werden, daß sich die Chancen für eine langanhaltende Verbesserung der Schwierigkeiten mit der Nasenatmung nach der Gaumennahterweiterung wie 1:3 verhalten. (Brogan, 1977).

Den subjektiven Angaben des Patienten zufolge ist die Nasenatmung nach der Gaumennahterweiterung wesentlich erleichtert (Korkhaus, 1960; Haas, 1961).

Die Gaumennahterweiterung soll sich besonders dann günstig auswirken, wenn der erhöhte Atemwiderstand der Nase durch ein transversal verengtes knöchernes Nasenlumen, durch einen hochstehenden Nasenboden oder durch eine verbogene Nasenscheidewand bedingt ist.

3.1.1. Transversal verengtes knöchernes Nasenlumen

Ein transversal verengtes knöchernes Nasenlumen wird durch die Gaumenschnelldehnung verbreitert (Eysell, 1886; zit. nach Linder-Aronson u. Ashan, 1963; Brown, 1903, 1914; Landsberger, 1908; Herbst, 1910; Pullen, 1912; Wright, 1912; zit. nach Linder-Aronson u. Ashan, 1963; Boque, 1913; zit. nach Pollock, 1968; Derichsweiler, 1953; Schwarz, 1954; Timms, 1968; Wertz, 1968; Ekström et al., 1977; Hotz, 1980; Haas, 1980; Loreille und Berry, 1982).

Wright (1912; zit. nach Linder-Aronson, 1963) hat die Veränderungen der Nasenbreite durch die Gaumenschnelldehnung klinisch bestimmt, Krebs (1964) mit Hilfe der Metallimplantatmethode und Thörne (1960) anhand von okklusalen Röntgenaufnahmen.

Die Nasenhöhle wird um einige Millimeter transversal verbreitert, nach Wright (1912; zit. nach Linder-Aronson, 1963) um bis zu 6,5 mm, nach Krebs (1964) um durchschnittlich 2,5 mm und nach Thörne (1960) um bis zu 5,7 mm.

Während Krebs (1964) in der 2 Monate langen Retentionszeit einen Rückgang der Verbreiterung um durchschnittlich 0,5 mm feststellte, war der Breitenzuwachs des Nasenlumens bei den von Thörne (1960) behandelten Patienten in dieser Zeit vollständig in Verlust geraten.

Von einer Langzeitstudie über die Stabilität des erreichten Breitengewinns in der Nasenhöhle sah Krebs (1964) ab, weil ihm die Metallimplantatmethode hierfür nicht mehr genau genug erschien.

Schwarz (1954) gibt Anhaltspunkte für die Einschätzung des Wertes der Verbreiterung des Nasenlumens durch die Gaumennahterweiterung im Hinblick auf den Atemwiderstand der Nase. Danach weist ein Nasengang im Bereich der unteren Muschel, von innen nach außen gerechnet, 4 Weichteilbedeckungen mit je etwa 2 mm Stärke auf. Zusammen ergeben diese etwa 8 mm Schleimhaut, deren Schwellungszustand zwar den unterschiedlichsten Reizen unterworfen ist, aber auch therapeutisch beeinflusst werden kann.

Andererseits gibt Schwarz (1954) zu bedenken, daß schon eine Verbreiterung des Nasenraumes um 1 mm den Gesamtquerschnitt des Nasenlumens eines 8 bis 10 Jahre alten Kindes schon um mehr als die Fläche eines Nasenloches vergrößert.

Nach Schwarz (1954) und Frevert-Boelcke (1954) ist die Gaumennahterweiterung zum Zweck der Verbesserung der Nasenatmung erst angezeigt, wenn sämtliche nasenärztlichen Möglichkeiten ausgeschöpft sind. Hierzu zählen einfache Schleimhaut abschwellende Maßnahmen bis hin zu operativen Eingriffen wie zum Beispiel das Kürzen der unteren Muschel.

Pullen (1912), Wertz (1968), Ekström et al. (1977) und Brogan (1977) vertreten die Auffassung, neben der Verengung der Nasengänge müsse auch die kieferorthopädische Indikation zur Gaumenschnelldehnung durch einen verengten oberen Zahnbogen gegeben sein.

Die Gaumenschnelldehnung vermag das Nasenlumen vor allem im vorderen und unteren Bereich zu verbreitern. Liegt hier eine Verengung vor, wird sie durch die Gaumennahterweiterung besonders günstig beeinflusst (Wertz, 1968).

Wertz (1968) weist allerdings auch darauf hin, daß die Atemluft nur bei der forcierten Atmung, wie zum Beispiel bei erhöhter körperlicher Anstrengung, durch den unteren Nasengang strömt.

9.1.2. Hochstehender Nasenboden

Derichsweiler (1953) versuchte mit Hilfe von transversalen Querschnitten von Oberkieferabgüssen zu beweisen, daß die Gaumenschnelldehnung das Gaumengewölbe relativ zur Okklusalfäche der oberen Zähne abflacht.

Frevert-Boelcke (1954) und Rinderer (1966) hielten dagegen, die Zunahme der Gaumenbreite infolge der Gaumennahterweiterung täusche lediglich eine Absenkung des Gaumendaches vor, während die absolute Höhe des Gaumengewölbes unverändert bleibe.

Nach Gerlach (1954) kommt die Abflachung der Gaumenkurve nach der Gaumenschnelldehnung durch ein Aufbiegen der Alveolarfortsätze nach bukkal zustande und hat keinen Einfluß auf die Höhe des Nasenbodens.

Im Bemühen um eine aussagekräftige Meßgröße, welche die Veränderungen am Gaumengewölbe ausdrückt, fand Rinderer (1966) den sogenannten Gaumenindex, das Verhältnis aus der Gaumenbreite zur Gaumenhöhe.

Ob eine möglicherweise eintretende Abflachung des Gaumengewölbes auch mit einer Absenkung des Nasenbodens einhergeht und damit zu einer Vergrößerung des Nasenlumens führt, kann nach Frevert-Boelcke (1954) und Reichenbach (1955) nur anhand von gnathostatisch orientierten Kiefermodellen, die einen Vergleich mit ei-

ner Schädelbezugsebene zulassen, untersucht werden. Ein entsprechender Beweis ist noch nicht erbracht worden.

Während Derichsweiler (1955) anhand von anterior-posterioren Röntgen-Schichtaufnahmen eine Absenkung des Nasenbodens nachgewiesen haben will, betrachten Linder-Aronson und Ashan (1963) diese Untersuchungsmethode als zu ungenau, weil aufgrund geringer abweichender Projektionsbedingungen vor und nach der Gaumenschnelldehnung Fehler entstehen können, die unter Umständen größer sind als die Veränderungen, die durch die Gaumennahterweiterung am knöchernen Nasengerüst verursacht werden.

Kressner (1954) soll nach der Gaumennahterweiterung eine Vergrößerung des Abstandes zwischen der unteren Muschel und dem Nasenboden beobachtet haben.

9.1.3. Verbogene Nasenscheidewand

Wächst das Nasenseptum stärker von oben nach unten auf die nach medial strebenden Gaumenfortsätze zu als ihm im Vergleich zum umgebenden Schädelskelett erlaubt ist, so soll es sich verkrümmen (Dewey, 1924; Martensson, 1956). Andererseits kann ein hochgewölbter Gaumen bei einem Nasenseptum, das nicht ungewöhnlich stark wächst, ebenfalls eine Krümmung auslösen (Brown, 1903).

Wie durch Abbildung 93 dargestellt ist, unterscheidet Derichsweiler (1955) drei verschiedene Arten der Fraktur zwischen der Nasenscheidewand und dem Nasenboden.



Abb. 93: Mechanismus der Fraktur zwischen dem Nasenseptum und dem Nasenboden. A= ohne Kontinuitätstrennung; B= beidseitiger Abriß mit Kontinuitätstrennung; C= einseitiger Abriß mit Kontinuitätstrennung (nach Derichsweiler, 1955).

Als Folge der Gaumennahterweiterung sind Verformungen von verbogenen Nasenscheidewänden beobachtet worden (Talbot, 1893; zit. nach Brown, 1903; Brown, 1907; Pfaff, 1913; zit. nach Pollock, 1968; Schroeder-Benseler, 1913; Dewey, 1924; Mesnard, 1929; zit. nach Wertz, 1968; Derichsweiler, 1955; Korkhaus, 1960).

Vorausgesetzt, eine Absenkung des Nasenbodens tritt wirklich ein, kann die Septumbegradigung durch die Gaumennahterweiterung so erklärt werden, daß der sich nach unten bewegende Nasenboden die Nasenscheidewand an ihrem unteren Ende mit nach unten zieht und somit begradigt. Hier müßte jedoch eine Kontinuitätstrennung zwischen der Nasenscheidewand und dem Nasenboden ausgeschlossen werden.

Eine andere Erklärung für die Septumbegradigung durch die Gaumennahterweiterung besagt, daß sich das Nasenseptum mit dem unteren Ende in den Spalt zwischen den beiden Gaumenplatten einlagert und sich somit geraderichten kann. Dies würde jedoch eine Kontinuitätstrennung zwischen dem Nasenseptum und dem Nasenboden voraussetzen.

Operative Eingriffe zur Begradigung des Nasenseptums nach Killian (1860 - 1921) können, wenn sie bei Kindern zu früh durchgeführt werden, zu Deformierungen der äußeren Nase wie Verbreiterung der äußeren Nase, Einsinken des Nasenrückens oder Unterentwicklung der gesamten Nase führen (Wilson, 1955; zit. nach Martensson, 1956). Unter diesem Gesichtspunkt bietet die Gaumennahterweiterung eine willkommene Alternative (Martensson, 1956).

Der Luftstrom nimmt bei ruhiger Atmung seinen Weg über den mittleren und oberen Nasengang. Bei forcierter Atmung strömt die Luft vorwiegend durch den unteren Nasengang. Je nach der Lokalisation der Septumdeviation wirkt sich auch die Begradigung der Nasenscheidewand bezüglich der Atemanstrengung unterschiedlich aus (Martensson, 1956).

Am Princess Margaret Hospital für Kinder in Perth, Australien, ist seit der Einführung der Gaumenschnelldehnung im Jahr 1968, die Anzahl der Septumplastiken um $\frac{2}{3}$ zurückgegangen, obwohl in der gleichen Zeit die Anzahl der Patienten der Hals-Nasen-Ohren Abteilung um 23% zugenommen hat.

9.2. Mittelohraffektionen und Schwerhörigkeit

Verschiedentlich ist beobachtet worden, daß sich das Hörvermögen von Kindern nach der Gaumennahterweiterung gebessert hat (Landsberger, 1908; Timms, 1974; Laptook, 1981).

Fehlbildungen des Gaumens und des Nasopharynx sind für eine Otitis media prädisponierend. Eine physiologische Öffnungs- und Schließbewegung der Tuba Eustachii ist mit der Funktion des Musculus tensor veli palatini eng verknüpft. Die Öffnungsfunktion der Tuba

Eustacchii ist bei einem hochgewölbten Gaumen in Frage gestellt. Die dadurch hervorgerufene mangelhafte Belüftung und der Sekretstau begünstigen eine Mittelohrentzündung und ein vermindertes Hörvermögen (Schroeder-Benseler, 1913; Rudolph, 1977; zit. nach Laptook, 1981; Laptook, 1981).

9.3. Gaumennahterweiterung und Tonsillektomie

Ein verengtes knöchernes Nasenlumen zwingt zur Mundatmung. Selbst wenn die Nasenhöhle nicht völlig verlegt ist, gelangt unzureichend gereinigte, unzureichend angewärmte und unzureichend befeuchtete Atemluft durch den Mund in den Rachen, kann hier als chronischer Reiz wirken und eine Vergrößerung der Gaumendrüsen hervorrufen (Lehnhardt, 1982).

Allein durch die Entfernung der vergrößerten Rachenmandel kann eine Verbesserung eines dysgnathen Befundes und eine Umstellung von der Mund- auf die Nasenatmung eintreten (Subtelny, 1954; Linder-Aronson, 1979).

Im Wissen um die protektive Wirkung der Tonsillen und aufgrund der Behandlungsmöglichkeiten mit Antibiotika wird heute mit der Tonsillektomie im Gegensatz zu den zwanziger und dreißiger Jahren zurückhaltender umgegangen (Subtelny, 1954; Ricketts, 1968).

10. Fachübergreifende Indikation zur Gaumennahterweiterung

Wie Landsberger (1908) in seinem " *Circulus vitiosus der Mundatmung*" (Abb. 94) dargelegt hat, beeinflussen

sich Mundatmung und enger Gaumen gegenseitig. Aufgrund der Tatsache, daß sich die Gaumennahterweiterung auf beide Faktoren günstig auswirkt, verliert die Frage nach der primären Ursache und nach der größeren Bedeutung an Gewicht.



Abb. 94: "Circulus vitiosus der Mundatmung" (nach Landsberger, 1908).

11. Günstige Nebenwirkungen der Gaumennahterweiterung

Die durch die Gaumenschnelldehnung angeblich ausgelöste verbesserte Durchblutung des Gehirns soll für die Entwicklung und für das Allgemeinbefinden der Kinder vorteilhaft sein (Schroeder-Benseler, 1913; Derichsweiler, 1955).

Schon Brown (1914) hat auf die Möglichkeit einer Beeinflussung der "Hypophysis pharyngea" durch die Verbreiterung der knöchernen Strukturen im Bereich des Rachendaches hingewiesen. Es wurde versucht, hiermit einen Einfluß auf die innere Sekretion zu erklären. Weitere Beweise fehlen.

Derichsweiler (1955) erklärt sich die Umstellung von der Mund- auf die Nasenatmung mit einem "Stoß ins Vegetativum". Dabei ist weniger das Ausmaß als vielmehr die in einem kurzen Zeitraum durchgeführte Verbreiterung der Nasengänge ausschlaggebend. Der "Stoß ins Vegetativum" soll angeblich auch ein verstärktes Wachstum der Knochen des Gesichtschadels auslösen.

Ein verstärktes Schulter- und Beckenbreitenwachstum (Grimm, 1961) und eine schnellere Zunahme der Reifungskennzahl (Grimm, 1961; Markwardt, 1961) konnte bei den Kindern festgestellt werden, die mit der Gaumennahterweiterung behandelt worden waren.

Nach der Gaumennahterweiterung ist nach Markwardt (1961) eine Stabilisierung des Vegetativums bei den Kindern aufgefallen, die zuvor eine überdurchschnittliche Häufung von "vegetativen Symptomen" wie Schlafstörungen, Nachtschweiß, Kopfschmerzen, feuchte und kalte Füße, Kollapsneigung, motorische Unruhe, Konzentrationsschwäche, Mundatmung, Infektanfälligkeit, Augenlidflattern, Facialisphänomen, respiratorische Arrhythmie, Dermographismus und Kreislaufstörungen gezeigt hatten.

Nervlich bedingte Auffälligkeiten wie zum Beispiel das Augenlidzucken, welche den Beginn eines Krampfleidens darstellen können, sollen bei einigen Patienten nach der Gaumennahterweiterung verschwunden sein.

Brown (1914) versuchte dies damit zu erklären, daß sich die Gaumenschnelldehnung bis in die Schädelbasis auswirken und dort bessere Voraussetzungen für den Durchtritt von Nerven und Gefäßen schaffen soll.

Asthmatische Leiden sollen sich nach der Gaumenschnelldehnung gebessert haben (Gray, 1973; Brogan, 1977). Die meisten Patienten konnten wenigstens 6 bis 12 Monate danach ohne jegliche Medikamente auskommen, bei anderen stellte sich eine verlängerte Remission bis zu 6 Jahren ein (Brogan, 1977).

Nach der Gaumenschnelldehnung haben einige Autoren wie Brown (1903), Derichsweiler (1955), Markwardt (1961), Gray (1973) und Timms (1981) eine besser verständliche Sprache bei Patienten festgestellt. Dies ist auf Veränderungen in der Resonanz und Klangfarbe der Lautbildung sowie auf einen Verlust des Näsels zurückzuführen (Gray, 1973). Die Deutung der erzielten Verbesserungen bezüglich der Koordination der an der Phonation beteiligten Muskeln ist allerdings schwierig (Timms, 1981).

12. Lippe-, Kiefer-, Gaumenspalte

Mit Hilfe der Gaumennahterweiterung kann bei Lippe-, Kiefer-, Gaumenspalten die Behandlungszeit abgekürzt und eine größere Dehnung erreicht werden als mit der langsamen Expansion (Dereichsweiler, 1954, 1955).

Bei Patienten mit Gaumenspalten beträgt der Neigungswinkel der Gaumenplatten zur Horizontalen etwa 15 Grad statt 8 Grad. Durch die Gaumenschnelldehnung wird die zu steile Achsenneigung der Gaumenplatten gesenkt und eine regelrechte Einstellung beider Kieferhälften zueinander erreicht (Dereichsweiler, 1954, 1955).

Im Gegensatz zur langsamen Expansion werden bei der Gaumennahterweiterung mit den Kieferkörpern gleich die Keime der bleibenden Zähne in eine regelrechte Position gebracht. Eine zweite Dehnungsbehandlung, die bei der langsamen Expansion meist notwendig wird, weil die bleibenden Zähne nicht mitgedehnt worden sind und nun in Fehlstellung durchbrechen, entfällt, wenn von vorneherein mit der Gaumennahterweiterung behandelt wird (Derichsweiler, 1954, 1955; Berlocher et al., 1980).

Bei der Frühbehandlung einer Lippe-, Kiefer-, Gaumenspalte der Form IIb (Abb. 95) kann mit der Gaumennahterweiterung genügend Platz für die Einordnung des vorstehenden Bürzels geschaffen werden (Derichsweiler, 1955).

Eine Spätbehandlung einer Lippe-, Kiefer-, Gaumenspalte der Form II, das heißt nach erfolgter Uranoplastik, kann nur mit Hilfe der Gaumennahterweiterung erfolgen (Derichsweiler, 1955).

Auch Haas (1980) sieht die Gaumennahterweiterung bei älteren Patienten mit einer Gaumenspalte angebracht. Bei jüngeren Patienten mit einer Gaumenspalte kann der Oberkiefer seiner Meinung nach auch mit einfacheren Mitteln gedehnt werden.

Beim opisthognathen Befund kann der Oberkiefer mit einer Kopf-Kinnkappe nach Oppenheim beziehungsweise Petrik (Protraktions-Kinnkappe) nach vorne bewegt werden (Derichsweiler, 1955).

Die übrigen Formen der Lippe-, Kiefer-, Gaumenspalte können auch ohne Hilfe der Gaumennahterweiterung mit Erfolg behandelt werden (Derichsweiler, 1955).



Abb. 95: Schematische Darstellung verschiedener Formen der Lippe-, Kiefer-, Gaumenspalten in der Ansicht von palatinal; oben: Form I mit harmonischen Beziehungen der Alveolarfortsätze zueinander und zum Zwischenkiefer bei unregelmäßiger Zahnstellung im geringfügig verengten Zahnbogen; Mitte= Form IIa mit verengtem Zahnbogen und Opisthognathie; unten= Form IIb mit verengtem Zahnbogen und vorstehendem Bürzel (nach Derichsweiler, 1955).

Gewöhnlich muß der Oberkiefer bei den Patienten mit einer Gaumenspalte in der Eckzahnregion stärker gedehnt werden als im Molarenbereich. Dem muß bei der Konstruktion der Apparatur Beachtung geschenkt werden (Broadway, 1967; Foster u. Chinn, 1977; Devenish et al., 1982).

13. Zusammenfassung

- 1.) Ziel dieser Arbeit war es, Indikation und Technik der Gaumennahterweiterung darzustellen.
- 2.) Allen Indikationen ist die enge apikale Basis im Oberkiefer gemeinsam.
- 3.) Die Technik der Gaumennahterweiterung wird anhand der zur Behandlung vorgeschlagenen Apparaturen beschrieben.
- 4.) Die Frage, ob die Gaumennahterweiterung als mechanistische Behandlungsmethode heute noch angezeigt ist, läßt sich zusammenfassend wie folgt beantworten:
 - a) Es ist das geeignete Alter des Patienten zu beachten. Sofern keine Probleme mit der Verankerung der Apparatur auftreten, werden nach unten keine Grenzen angegeben. Nach der Beendigung des pubertären Wachstumschubes nimmt sich das Ergebnis der Gaumennahterweiterung bescheidener aus. Dann ist eine Zunahme des Gewebswiderstandes zu verzeichnen und zu berücksichtigen.
 - b) Wenn die entstehenden Kräfte durch eine strenge Indikationsstellung und durch eine schonende Vorgehensweise in Grenzen gehalten werden, ist die Gaumennahterweiterung nicht mit größeren Gefahren behaftet als andere Behandlungsmethoden, die zum gleichen Ziel führen sollen.
 - c) Während Haas (1980) seine Ausführungen mit den Worten "Rapid palatal expansion procedure is here to stay !" zusammenfaßt, bezeichnet Timms (1981 und 1986) die Gaumennahterweiterung als

"Joker im Kartenspiel der Kieferorthopädie".

- d) Schließt man sich dieser Euphorie auch nicht vorbehaltlos an, so muß doch anerkannt werden, daß bei vielen Befunden eine funktionelle oder gar morphologische Eugnathie mit Hilfe der Gaumennahterweiterung leichter erreicht werden kann als nur durch konventionelle orthodontische Maßnahmen.
- 5.) Der Nebeneffekt der Gaumennahterweiterung, nämlich die Verbreiterung der Nasenhöhle, findet in der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde immer mehr Beachtung.

Literaturverzeichnis

- 1) Ansell, E.C.
Treatment of the irregularity of the permanent
or adult teeth.
Dent. Cos. 1, 540-544, 1960
- 2) Ascher, F.
Praktische Kieferorthopädie
Urban & Schwarzenberg - Verlag, München, 1968
- 3) Barber, A.F., und M.R.Sims
Rapid maxillary expansion and external root
resorption in man
Am. J. Orthod. 79, 630-651, 1981
- 4) Bartel, W.A.
Hoher Gaumen und Karies der Zähne
Zahnärztl. Rdsch. 48, 748-755, 1921
- 5) Bell, R.A., und LeCompte
The effects of maxillary expansion using a quad-
helix appliance during the deciduous dentitions
Am. J. Orthod., 79, 152-160, 1981
- 6) Bell, R.A.
A review of maxillary expansion in relation to
rate of expansion and patients' age
Am. J. Orthod. 81, 32-37, 1982
- 7) Bell, W.H.
Surgical correction of posterior crossbite
J. Oral Surgery 32, 811-822, 1974

- 8) Berlocher, W.C.
The effect of maxillary palatal expansion on
the primary dental arch circumference
Pediatr. Dent. 2, 27-35, 1980
- 9) Biedermann, W.
Rapid correction of Class III malocclusion by
midpalatal expansion
Am. J. Orthod. 63, 47-55, 1973
- 10) Brin, I.
Rapid palatal expansion in cats: Effects of age
on sutural cyclic nucleotides
Am. J. Orthod. 79, 162-173, 1981
- 11) Broadway, E.S.
An appliance for the rapid expansion of the maxilla
Trans. European Orthodontic Society 1967, p. 441-
443
- 12) Brodie, A.G., und W.B. Downs, A. Goldstein, E. Myers
Cephalometric appraisal of orthodontic results
Angle Orthod 8, 261-265, 1938
- 13) Brogan, W.F.
The stability of maxillary expansion
Aust. Dent. J. 22, 92-99, 1977
- 14) Brossman, R.E., und C.G. Bennett, W.W. Merow
Facioskeletal remodelling resulting from rapid
palatal expansion in the monkey
Arch. Oral Biol. 18, 987-993, 1973
- 15) Broussard, R.J.
An orthodontic evaluation of asthma patients
Am. J. Orthod. 77, 348-349, 1980

- 16) Brown, G.
The application of orthodontia principles to the
prevention of nasal disease
Dent. Cos. 45, 765-777, 1903
- 17) Brown, G.
The pathologic and therapeutic possibilities of
upper maxillary expansion
Dent. Cos. 56, 137-154, 1914
- 18) Buck, D.D.
The fixed W arch for correction of posterior
crossbites in children
J. Am. Dent. Assoc. 81, 1140-1142, 1970
- 19) Byrum, A.G.
Evaluation of antero-posterior and vertical
skeletal change versus dental change in rapid
palatal expansion cases as studied by lateral
cephalograms
Am. J. Orthod. 60, 419-420, 1971
- 20) Chaconas, S.J., und A.A. Caputo
Observation of orthopaedic force distribution
utilizing maxillary orthodontic appliances
Am. J. Orthod. 82, 492-500, 1982
- 21) Chaconas, S.J., und J.A. Levy
Orthopaedic and orthodontic applications of
the quad-helix appliance
Am. J. Orthod. 72, 422-428, 1977
- 22) Chateau, M.
Orthopédie Dentofaciale Clinique, Vol.2,
J. Prélat, Paris, 1975

- 23) Cheney, E.A.
Indications and methods for the interception of functional crossbites and interlockings
Dent. Clin. North Am. 3, 385-401, 1959
- 24) Cleall, J.F., und D. Bayne, J. Posen, J. Subtelny
Expansion of the midpalatal suture in the monkey
Angle Orthod. 35, 23-35, 1965
- 25) Converse, J.M., und S.L. Herowitz
The surgical-orthodontic approach to the treatment of dentofacial deformities
Am. J. Orthod. 55, 217-242, 1969
- 26) Crawford, S.R.
Scanning electron microscop investigation of root resorption with clinical orthodontic procedures
Am. J. Orthod. 81, 435-436, 1982
- 27) Davis, W.M., und J.H. Kronman
Anatomical changes induced by splitting of the midpalatal suture
Angle Orthod. 39, 126-132, 1969
- 28) Debbane, E.F.
Cephalometric and histologic study of the effect of orthodontic expansion of the midpalatal suture of the cat
Am. J. Orthod. 44, 187-219, 1958
- 29) Derichsweiler, H.
Die Gaumennahtsprengung
Fortschr. Kieferorthop. 14, 5-23, 1953
- 30) Derichsweiler, H.
Die Umstellung der Mundatmung zur Nasenatmung durch die Gaumennahterweiterung
Fortschr. Kieferorthop. 15, 225-235, 1954

- 31) Derichsweiler, H.
Die Gaumennahterweiterung
Carl Hauser Verlag, München, 1955
- 32) Devenish, E.A., und T.D. Foster, D.Chinn
An improved method of differential rapid maxillary expansion in cleft palate
Brit. J. Orthod. 9, 129-131, 1982
- 33) Dewey, M.
Changes in the nasal and oral cavity as a result of orthodontic treatment
Internat. Orthodont. 10, 23-37, 1924
- 34) Droschl, H.
The effect of heavy orthopedic forces on the suture of the facial bones
Angle Orthod. 45, 26-33, 1975
- 35) Ekström, C., und C. Henrikson, R. Jensen
Mineralisation in the midpalatal suture after orthodontic expansion
Am. J. Orthod. 71, 449-455, 1977
- 36) Belli, A.J.
Jaw muscle silent periods before and after rapid palatal expansion
Am. J. Orthod. 76, 676-680, 1979
- 37) Foster, T.D., und D.Chinn
Differential rapid maxillary expansion in cleft palate
Brit. J. Orthod. 4, 139-141, 1977

- 38) Frank, S.W., und G.A. Engel
The effects of maxillary quad-helix appliance
expansion on cephalometric measurements in
growing orthodontic patients
Am. J. Orthod. 81, 378-388, 1982
- 39) Frevort-Loelcke, A.
Die Gaumennahtsprengung
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 2, 511-517, 1954
- 40) Gardner, G.E., und J.E. Kronman
Cranioskeletal displacement caused by rapid
palatal expansion in the rhesus monkey
Am. J. Orthod. 59, 147-155, 1971
- 41) Gerlach, H.G.
Die Gaumennahtsprengung
Fortchr. Kieferorthod. 15, 235-241, 1954
- 42) Gerlach, H.G.
The apical base after rapid spreading of maxil-
lary bones
Trans. European Orthodontic Society 1956, p.
266-278
- 43) Goddard, G.
Separation of the superior maxilla at the sym-
physis
Dent. Cos. 35, 880-884, 1893
- 44) Gray, I.F.
Results of 310 cases of rapid maxillary expansion
selected for medical reasons
Trans. European Orthodontic Society 1964, p.
143-158

- 45) Greenbaum, K.R., und E.U. Zachrisson
The effect of palatal expansion therapy on the
periodontal supporting tissues
Am. J. Orthod 81, 12-20, 1982
- 46) Greenbaum, K.R., und E.U. Zachrisson
Die Auswirkungen der palatinalen Expansionsthera-
pie auf die parodontalen Stützgewebe
Informationen aus Orthodontie und Kieferortho-
pädie 15, 149-164, 1983
- 47) Grimm, H.
Vorläufige Beurteilung der körperlichen Entwick-
lung einer mit Gaumennahterweiterung behandelten
Kindergruppe
Fortschr. Kieferorthop. 22, 365-369, 1981
- 48) Gryson, J.A.
Changes in mandibular interdental distance con-
current with rapid maxillary expansion
Angle Orthod. 47, 186-192, 1977
- 49) Haas, A.J.
Gross reactions to the widening of the maxillary
dental arch of the pig by splitting the hard pa-
late
Am. J. Orthod. 45, 868-869, 1959
- 50) Haas, A.J.
Rapid expansion of the maxillary dental arch
and nasal cavity by opening the midpalatal suture
Angle Orthod. 31, 73-90, 1960
- 51) Haas, A.J.
The treatment of maxillary deficiency by opening
the midpalatal suture
Angle Orthod. 31, 200-217, 1965

- 52) Haas, A.J.
Palatal expansion: Just the beginning of dento-facial orthopedics
Am. J. Orthod. 57, 219-255, 1977
- 53) Haas, A.J.
Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal expansion
Angle Orthod. 50, 180-217, 1980
- 54) Halpern, M.R.
A study of the maxillary changes during rapid palatal expansion
Am. J. Orthod. 57, 90-94, 1970
- 55) Harberson, V.A., und D.R. Myers
Midpalatal suture opening during functional posterior cross-bite correction
Am. J. Orthod. 74, 310-313, 1978
- 56) Hauenstein, P.
Studien über die Gaumennahterweiterung mit Hilfe der Fernröntgenaufnahme in der Norma frontalis
Fortschr. Kieferorthop. 41, 136-139, 1980
- 57) Heflin, B.M.
A three-dimensional cephalometric study of the influence of expansion of the midpalatal suture on the bones of the face
Am. J. Orthod. 57, 90-91, 1970
- 58) Heiß, J.
Über die chirurgische Unterstützung der Dehnung in komprimierten Oberkiefer
Dtsch. Zahnärztl. Z. 9, 560-561, 1954

- 59) Herbst, E.
Aus einem Vortrag in der Sektion Zahnheilkunde
auf der diesjährigen Naturforscherversammlung
Zschr. zahnärztl. Orthop. 9, 207-220, 1907
- 60) Herbst, E.
Vereinfachte Behandlung der Prognathie
Deutsche Monatschrift für Zahnheilkunde 39, 3,
82-87, 1921
- 61) Herbst, E.
Grundzüge der Orthognathik
Deutsche Zahnärztliche Wochenschrift 29, 1,
1-22, 1926
- 62) Herbst, E.
Die automatische Regulierung der anomalen Kiefer-
und Zahnstellungen, sogenannte Münstersche Metho-
de
Zahnärztliche Rundschau 44, 25, 1073-1080, 26,
1121-1126, 27, 1149-1157, 28, 1199-1207, 29, 1241-
1248, 1935
- 63) Herbst, E.
Bemerkungen zum Münsterschen Regulierungsverfahren
Zahnärztliche Rundschau 44, 38, 1651-1654, 1935
- 64) Hershey, H.G., und B.L. Stewart, D.W. Warren
Changes in nasal airway resistance associated
with rapid maxillary expansion
Am. J. Orthod. 69, 274-284, 1976
- 65) Hoffer, F.L., und R.D. Walters
Adaptive changes in the face of the macaca mulatta
monkey following orthopedic opening of
the midpalatal suture
Angle Orthod. 45, 282-290, 1975

- 66) Holmberg, H., und S. Linder-Aronson
Cephalometric radiographs as a means of evaluating the capacity of the nasal and nasopharyngeal airway
Am. J. Orthod. 76, 479-491, 1979
- 67) Hotz, R.
Orthodontie in der täglichen Praxis
Verlag Hans Huber, Bern, 1980, 5. Aufl.
- 68) Howe, R.F.
Palatal expansion using a bonded appliance
Am. J. Orthod. 82, 464-468, 1982
- 69) Isaacson, R.J., und T.D. Murphy
Some effects of rapid maxillary expansion on cleft lip and palate patients
Angle Orthod. 34, 143-154, 1964
- 70) Isaacson, R.J., und A.H. Ingram
Forces produced by rapid palatal expansion
Angle Orthod. 34, 261-270, 1964
- 71) Isaacson, R.J., und J.L. Wood, A.H. Ingram
Forces produced by rapid maxillary expansion I design of the force measuring system
Angle Orthod. 34, 256-260, 1964
- 72) Jacobs, J.D., und W.H. Bell, C.E. Williams, J.W. Kennedy
Control of the transverse dimension with surgery and orthodontics
Am J. Orthod. 77, 284-306, 1980

- 73) Kelson, D.J.
A microfluorescent and scanning electron microscope study of the effects of acrylic reinforced and rapid palatal expansion appliances on the mid-palatal suture in macaca mulatta
Am. J. Orthod. 72, 461-462, 1977
- 74) Kennedy, J.W., und W.H. Bell
Osteotomy as an adjunct to rapid maxillary expansion
Am. J. Orthod. 70, 123-137, 1976
- 75) Köle, H.
Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities
Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology 12, 515-529, 1959
- 76) Korkhaus, G.
Present orthodontic thought in Germany
Am. J. Orthod. 46, 187-206, 1960
- 77) Krebs, A.A.
Expansion of the midpalatal suture studied by the implant method over a seven year period
Trans. European Orthodontic Society 1964, p. 131-142
- 78) Kressner
Die Umstellung der Mundatmung zur Nasenatmung durch die Gaumennahterweiterung vom Standpunkt des Rhinologen
Fortschr. Kieferorthop. 15, 228-229, 1954
- 79) Kutin, G., und R.H.Hawes
Posterior cross-bites in the deciduous and mixed dentitions
Am. J. Orthod. 56, 591-604, 1969

- 80) Landsberger, R.
Das Weiten des Nasenbodens
Korrespbl. Zahnärzte 37, 322-344, 1908
- 81) Landsberger, R.
Anatomische Veränderungen im Knochengewebe des
Gaumens bei kieferorthopädischer Behandlung
Korrespbl. Zahnärzte 38, 34-43, 1909
- 82) Langford, S.R.
Root resorption extremes resulting from clinical RME
Am. J. Orthod. 81, 371-376, 1982
- 83) Langford, S.R., und M.R. Sims
Root surface resorption, repair, and periodontal attachment following rapid maxillary expansion in man
Am. J. Orthod. 81, 108-115, 1982
- 84) Laptook, T.
Conductive hearing loss and rapid maxillary expansion
Am. J. Orthod. 80, 325-330, 1981
- 85) Lehnhardt, E.
HNO-Heilkunde für Zahnmediziner
Thieme-Verlag, Stuttgart, 1982
- 86) Linge, L.
Gewebsreaktionen in den Gesichtssuturen als Folge äußerer mechanischer Einflüsse
Orthod. u. Kieferorthop. 11, 373-395, 1979

- 87) Linder-Aronson, S., und G. Ashan
Nasal resistance to breathing and palatal height
before and after expansion of the median palatal
suture
Odont. Revy. 14, 254-270, 1963
- 88) Linder-Aronson, S., und C.O. Henrikson
Radiocephalometric analysis of anteroposterior
nasopharyngeal dimensions in 6- to 12-year-old
mouth breathers compared with nose breathers
Oto-Rhino-Laryngologica 35, 19-29, 1973
- 89) Linder-Aronson, S.
Respiratory function in relation to facial mor-
phology and the dentition
Brit. J. Orthod. 6, 59-71, 1979
- 90) Linder-Aronson, S. und J. Lindgren
The skeletal and dental effects of rapid maxil-
lary expansion
Brit. J. Orthod. 6, 25-29, 1979
- 91) Lines, P.A.
Adult rapid maxillary expansion with corticotomy
Am. J. Orthod. 67, 44-56, 1975
- 92) Linge, L.
Tissue Reactions incident to widening of facial
sutures
Trans. European Orthodontic Society 1972, p.
487-497
- 93) Löhnberg
Über die Behandlung der Mundatmung und des chroni-
schen Tubenverschlusses mit der Gaumendehnung nach
Schröder in Kassel
Dtsch. med. Wochenschrift 18, 716-720, 1906

- 94) Loeille, J.P., und A. Bery
Änderung der Nasenventilation durch Gaumennaht-
erweiterung
J. Orthodontie u. Kieferorthopädie 14, 117-130,
1982
- 95) Markwardt, A.W.
Vorläufige Erfahrungen über die Auswirkungen der
Gaumennahterweiterung auf das Hilfsschulkind
Fortschr. Kieferorthop. 22, 359-369, 1961
- 96) Martenson, G.
Rhynologic aspects of maxillary suture opening
Trans. European Orthodontic Society 1956, p.
291-293
- 97) Melsen, B.
Palatal growth studied on human autopsy material
Am. J. Orthod. 68, 42-54, 1975
- 98) Mew, J.R.
Semi-rapid maxillary expansion
Brit. Dent. J. 143, 301-306, 1977
- 99) Montgomery, W.M., und P.S. Vig
Computed tomography: A three-dimensional study
of the nasal airway
Am. J. Orthod. 76, 363-375, 1979
- 100) Mosquera, A.F.
Factors affecting posterior cross-bite correction
with midpalatal suture expansion
Am. J. Orthod. 82, 354-355, 1982

- 101) Odenrick, L., und E. Lilja, K.-F. Lindbäck
Root surface resorption in two cases of rapid
maxillary expansion
Brit. J. Orthod. 9, 37-39, 1982
- 102) Paul, J.L., und P.S. Manda
Effect of mouth breathing on dental occlusion
Angle Orthod. 43, 201-205, 1973
- 103) Persson, M., und B. Thilander
Palatal suture closure in man from 15 to 35
years of age
Am. J. Orthod. 72, 42-52, 1977
- 104) Pfaff, W.
Lehrbuch der Orthodontie
Goldmann-Verlag, Dresden, 1906
- 105) Pollock, H.C.
History repeats itself
Am. J. Orthod. 54, 536-539, 1968
- 106) Pullen, H.
Expansion of the dental arch and opening the
maxillary suture in relation to the development
of the internal and external face
Dent. Cos. 54, 509-528, 1912
- 107) Rakosi, Th., und I. Jonas, R. Burgert
Vereinfachte Anfertigung von Gaumennahtsprengungsplatten
Fortschr. Kieferorthp. 44, 71-74, 1983
- 108) Rasmus, R.L., und R.M. Jacobs
Mouth breathing and malokklusion
Angle Orthod. 39, 296-302, 1969

- 109) Reichenbach, E.
Kritische Bemerkungen zur sogenannten Gaumen-
nahtsprengung
Zschr. Laryng. 34, 323-329, 1955
- 110) Reichenbach, E.
Klinik der Gebißunregelmäßigkeiten (Dysgnathien)
nebst therapeutischen Hinweisen
Lehrbuch der klinischen Zahn-, Mund- und Kiefer-
heilkunde, Band 2, 466-528
Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig, 1969,
4. Auflage
- 111) Rethmann, H.
Kieferorthopädisches Repetitorium
Carl Hanser Verlag, München, 1970, 3. Auflage
- 112) Ricketts, R.M.
Respiratory obstruction syndrome
Am. J. Orthod. 54, 495-507, 1968
- 113) Rinderer, L.
The effects of expansion of the palatal suture
Trans. European Orthodontic Society 1966, p.
365-376
- 114) Sandham, J.A.
The expansion "W" and its modification in
orthodontic treatment
Brit. J. Orthod. 6, 440-444, 1978
- 115) Schroeder-Benseler
Die Kiefererweiterung
Erg. d. ges. Z. 6, 1913, 629-660

- 116) Schulhof, R.J.
Consideration of airway in orthodontics
J.Clin. Orthod. 12, 440-444, 1978
- 117) Schwarz, A.M.
Über die Einwirkung kieferorthopädischer Geräte
auf die Nasenhöhle
Fortschr. Kieferorthop. 15, 241-263, 1954
- 118) Scott, W.D.
A comparison of two rapid palatal expansion
appliances and their effect on the palatal cross-
sectional area
Am. J. Orthod. 82, 526-527, 1982
- 119) Shaw, E.C.
Orthodontic treatment of malocclusion associated
with repaired complete clefts of the lip and
palate
Brit. J. Orthod. 6, 73-83, 1978
- 120) Skieller, V.
Expansion of the midpalatal suture by removeable
plates, analysed by the implant method
Trans. European Orthodontic Society 1964 p. 143-
157
- 121) Starnbach, H., und D. Bayne, J. Cleall, J.D.
Subtelny
Facioskeletal and dental changes resulting from
rapid maxillary expansion
Am. J. Orthod. 36, 152-164, 1966
- 122) Starnbach, H., und J. Cleall
The effects of splitting the midpalatal suture
on the surrounding structures
Am. J. Orthod. 50, 923-924, 1964

- 123) Steinhauser, E.W.
Midline splitting of the maxilla for correction
of malocclusion
J. Oral Surgery, 30, 413-422, 1972
- 124) Stockfisch, H.R.
Rationelle Kieferorthopädie, Bd.II,
Quintessenz Verlag, Berlin, 1985
- 125) Storey, E.
Tissue response to the movement of bones
Am. J. Orthod. 64, 229-247, 1973
- 126) Subtelny, J.D.
The significance of adenoid tissue in orthodontia
Angle Orthod. 24, 59-69, 1954
- 127) Subtelny, J.D.
Width of the nasopharynx and related anatomic
structures in normal and unoperated cleft palate
children
Am. J. Orthod. 41, 889-909, 1955
- 128) TenCate, A.R., und E. Freeman, J.B. Dickinson
Sutural development: structure and its response
to rapid expansion
Am. J. Orthod. 71, 622-636, 1977
- 129) Thilander, B.
Beeinflußbarkeit des suturalen Wachstums durch
kieferorthopädische Maßnahmen
Fortschr. Kieferorthop. 41, 200-209, 1980
- 130) Thörne, N.A.H.
Expansion of maxilla, spreading the midpalatal
suture; measuring the widening of the apical
base and the nasal cavity on serial roentgenograms
Am. J. Orthod. 46, 626-627, 1960

- 131) Timms, D.J.
An occlusal analysis of lateral maxillary expansion with midpalatal suture opening
Dental Practitioner and Dental Record 18, 435-441, 1968
- 132) Timms, D.J., und J.P. Moss
An histological investigation into the effects of rapid maxillary expansion on the teeth and their supporting tissues
Trans. European Orthodontic Society 263-271, 1971
- 133) Timms, D.J.
Some medical aspects of rapid maxillary expansion
Brit. J. Orthod 1, 127-132, 1974
- 134) Timms, D.J.
A study of basal movement with rapid maxillary expansion
Am J. Orthod 77, 500-506, 1980
- 135) Timms, D.J.
Rapid maxillary expansion
Quintessence Publishing Company, Chicago, 1981
- 136) Timms, D.J.
A computed tomographic assessment of maxillary movement induced by rapid expansion - a pilot study
Europ. J. Orthod. 4, 123-127, 1982
- 137) Timms, D.J.
Forcierte Gaumennahterweiterung
Quintessenz-Verlag, Berlin, 1986, 1. Auflage

- 138) Trünkman, J.
Zur kieferorthopädischen Anwendung der W-Feder
Das Deutsche Zahnärzteblatt 18, 21, 671-674
- 139) Walters, R.D.
Facial changes in the macaca mulatta monkey by
orthopedic opening of the midpalatal suture
Angle Orthod. 45, 169-179, 1975
- 140) Watson, R.M., und D.W. Warren, N.D. Fischer
Nasal resistance, skeletal classification
and mouth breathing in orthodontic patients
Am. J. Orthod. 54, 367-379, 1968
- 141) Watson, W.G.
Expansion and fenestration or dehiscence
Am. J. Orthod. 77, 330-332, 1980
- 142) Weber, G.
Das Hyrax-System nach Biederman
Die Quintessenz 21, 69-70, 1970
- 143) Weise, W.
Die Behandlung
Praxis der Zahnheilkunde, Bd. IV, Kap. D5, 1-67
München, Wien, Baltimore 1969/1977
- 144) Wertz, R.A.
Changes in nasal airflow incident to rapid
maxillary expansion
Angle Orthod. 38, 1-11, 1968
- 145) Wertz, R.A.
Skeletal and dental changes accompanying rapid
midpalatal suture opening
Am. J. Orthod. 58, 41-66, 1970

- 146) Wertz, R.A.
Midpalatal suture opening: A normative study
Am. J. Orthod. 71, 367-381, 1977
- 147) Westcott, A.
A case of irregularity
Dent. Cos. 1, 60-68, 1859
- 148) White, R.E.
A cephalometric appraisal of changes in the
maxillofacial complex resulting from palatal
suture expansion utilizing fixed appliance
therapy
Am. J. Orthod. 61, 527-528, 1972
- 149) Wickwire, N.A.
A simple technique for correction of bilateral
maxillary dental constriction in the primary
and mixed dentitions
Dental Clinics of North America 17, 151-159,
1973
- 150) Wood, A.W.S.
Anterior and posterior crossbites
Journal of Dentistry for Children 29, 280-285,
1962
- 151) Ziebe, H.
Die Verbreiterung des Oberkiefers durch mecha-
nische Beeinflußung des medianen Gaumengewebes
Zschr. Stomat. 28, 837-923 und 1070-1085, 1930
- 152) Zimring, J.F., und R.J. Isaacson
Forces produced by rapid maxillary expansion III
forces present during retention
Angle Orthod. 35, 178-186, 1965

Lebenslauf

Name : Christian Georg Edlhuber

Geburtsdatum : 20. März 1959

Geburtsort : Garmisch-Partenkirchen

Vater : Alfred Georg Edlhuber
am 26. Juni 1982 verstorben

Mutter : Josefine Franziska Edlhuber
geb. Rieger

Grundschule : Grundschule in Mittenwald
vom Herbst 1965 bis zum Sommer 1969

Gymnasium : Werdenfels-Gymnasium in Garmisch-
Partenkirchen
vom Herbst 1969 bis zum Sommer 1978
Abitur im Sommer 1978

Universität : Universität Ulm
Studium der Medizin im Winterseme-
ster 1978/79
Ludwig-Maximilian-Universität in
München
Studium der Zahnheilkunde vom Som-
mersemester 1979 bis zum Sommerse-
mester 1984
Staatsexamen in der Zahnheilkunde
im Januar 1985 erfolgreich abge-
schlossen

berufl. Werdegang : Grundwehrdienst als Zahnarzt in
Mittenwald
Assistent bei Herrn Dr. Dr. Blech,
Zahnarzt Oralchirurgie in Rosen-
heim

An erster Stelle möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Helge Fischer-Brandies für die Überlassung des Themas und seine gute Betreuung bedanken.

Herrn Prof. Dr. Arnulf Stahl danke ich herzlich für die freundliche Unterstützung der Arbeit und dafür, daß ich die Einrichtungen der Poliklinik für Kieferorthopädie benutzen konnte.

